

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA SALURAN DENGAN SIMULASI
HEC-RAS
(Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)**

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil*



Oleh:

ILHAM ARDIYANSYAH

4204211371

**PRODI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN
JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KINERJA SALURAN DENGAN SIMULASI
HEC-RAS

(Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Sarjana Jurusan Teknik Sipil

Oleh:

ILHAM ARDIYANSYAH

NIM. 4204211371

Disetujui Oleh Tim Penguji Skripsi:

Tanggal Ujian : 22 Juli 2025
Periode Wisuda : 2025/IX

1. 
Zulkarnain, S.T., M.T
NIP.198407102019031007

(Pembimbing 1)

2. 
Oni Febrian, ST., MT.
NIP. 198002162014042001

(Penguji 1)

3. 
Faisal Ananda, ST., MT
NIP. 198502192015041001

(Penguji 2)

4. 
DR. Eng. Noerdin Basir
NIP. 197703312012121004

(Penguji 3)

Bengkalis, 22 Juli 2025

Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan



Lizar, S.T., M.T
NIP.198707242022031003

HALAMAN PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Skripsi ini, dan kami berpendapat bahwa Skripsi ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana,

Tanda Tangan

:



Nama Penguji 1

: Oni Febriani, ST., MT.

Tanggal Pengujian

: 22 Juli 2025

Tanda Tangan

:



Nama Penguji 2

: Faisal Ananda, ST., MT.

Tanggal Pengujian

: 22 Juli 2025

Tanda Tangan

:



Nama Penguji 3

: DR. Eng. Noerdin Basir

Tanggal Pengujian

: 22 Juli 2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Sarjana di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar Pustaka.

Bengkalis, 22 Juli 2025



Penulis,

Ilham Ardiyansyah
NIM : 4204211371

ANALISIS KINERJA SALURAN DENGAN SIMULASI HAC–RAS (Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)

Nama : Ilham Ardiyansyah
NIM: : 4204211371
Dosen Pembimbing : Zulkarnain, ST.,MT

ABSTRAK

Desa Air Putih di Kecamatan Bengkalis merupakan wilayah dataran rendah yang kerap mengalami banjir, terutama di sekitar Jalan Poros Sungai Alam. Banjir terjadi akibat kapasitas saluran drainase yang tidak memadai saat curah hujan tinggi, diperparah oleh pengaruh pasang surut (ROB) dari laut. Kondisi ini mengganggu aktivitas masyarakat dan menimbulkan potensi kerugian. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja saluran drainase dalam menampung debit banjir rencana melalui simulasi hidraulik menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Debit banjir rencana dihitung dengan metode Rational, Weduwen, Haspers, dan Nakayasu untuk kala ulang 5 dan 10 tahun. Hasil perhitungan disimulasikan pada model HEC-RAS 1D (steady flow) dan 2D (unsteady flow) dengan skenario kombinasi debit banjir dan ROB. Data yang digunakan meliputi curah hujan historis, topografi Digital Elevation Model (DEM), dan geometri saluran eksisting hasil survei. Hasil menunjukkan saluran eksisting tidak mampu menampung debit Q10. Pada simulasi 1D, luas genangan maksimum 0,16310 km² (Q5) dan 0,17743 km² (Q10). Pada simulasi 2D kombinasi ROB, luas genangan meningkat menjadi 0,3392 km² (Q5) dan 0,3841 km² (Q10). Genangan terluas terjadi pada Q10 dengan ROB, menggenangi permukiman dan jalan lingkungan. Rekomendasi penanganan meliputi normalisasi saluran, saluran tambahan, kolam retensi, pintu air, dan perencanaan sistem drainase terintegrasi.

Kata Kunci : *Banjir, Drainase, Debit Rencana, HEC-RAS, Simulasi 1D, Simulasi 2D, Stedy Flow, Unstedy Flow, Desa Air Putih*

ANALYSIS OF CHANNEL PERFORMANCE USING HEC-RAS SIMULATION

(Case Study Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)

Name : Ilham Ardiyansyah
Student Number : 4204211371
Advisors : Zulkarnain, ST,.MT

ABSTRAK

Air Putih Village in Bengkalis District is a lowland area that frequently experiences flooding, particularly around the Poros Sungai Alam Road. Flooding occurs due to the inadequate capacity of the drainage channels to accommodate high rainfall, compounded by tidal influences (ROB) from the sea. This condition disrupts community activities and poses significant potential losses. This study aims to analyze the performance of the drainage channels in accommodating the design flood discharge through hydraulic simulation using HEC-RAS software. The design flood discharge was calculated using the Rational, Weduwen, Haspers, and Nakayasu methods for 5-year and 10-year return periods. The calculated discharge was then simulated in HEC-RAS 1D (steady flow) and 2D (unsteady flow) models, including a scenario combining flood discharge and tidal influence (ROB). The data used include historical rainfall records, topography from the Digital Elevation Model (DEM), and the geometry of the existing channels obtained from field surveys. The results show that the existing drainage channels are unable to accommodate the 10-year return period discharge. In the 1D simulation, the maximum inundation area reached 0.16310 km² (Q5) and 0.17743 km² (Q10). In the 2D simulation with ROB, the inundation area increased to 0.3392 km² (Q5) and 0.3841 km² (Q10). The largest inundation occurred at Q10 with ROB, affecting residential areas and local roads. Recommended measures include channel normalization, additional drainage channels, retention ponds, floodgates, and an integrated drainage system plan.

Keywords: Flood, Drainage, Design Discharge, HEC-RAS, 1D Simulation, 2D Simulation, Steady Flow, Unsteady Flow, Air Putih Village

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Dengan izin-Nya, penulis dapat menyusun skripsi ini dengan baik. Semoga setiap usaha yang kita lakukan senantiasa mendapatkan ridha dan berkah dari-Nya.

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk mengajukan rencana penelitian yang berjudul "ANALISIS KINERJA SALURAN DENGAN SIMULASI HEC-RAS (Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)". Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam bidang analisis kinerja saluran, serta memberikan solusi terhadap permasalahan yang ada. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Keberhasilan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini berkat adanya bantuan, kritik dan saran serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu saya mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu mendukung sekaligus mendoakan untuk kelancaran dan memberikan semangat serta dukungan sehingga penulis bisa sejauh ini.
2. Bapak Zulkarnain, ST,.MT selaku Dosen Pembimbing
3. Bapak Hendra Saputra, ST,.M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Bapak Lizar, M.T selaku Ketua Prodi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Bengkalis.
5. Ibu Roma Dearn, MT selaku Koordinator Skripsi, yang telah memberikan banyak masukan berharga.
6. Yogi Andri Saputra, S.Tr.T atas motifasi, kritik, saran, yang sangat membantu dalam penulisan proposal ini

yang telah memberikan saran, kritik, dan motivasi yang sangat berharga. Tanpa bantuan dan dukungan dari mereka, laporan proposal ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik.

Harapan penulis, semoga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan memberikan hasil yang bermanfaat bagi masyarakat serta dunia akademis. Penulis berharap agar semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini dapat memberikan dukungan dan kerjasama yang baik.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan proposal ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saya sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kita kemudahan dan keberkahan dalam setiap langkah yang kita ambil.

Bengkalis, 22 Juli 2025

Penulis



Ilham Ardiyansyah

4204211371

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1Latar Belakang.....	1
1.2Rumusan Masalah.....	1
1.3Tujuan Penelitian	2
1.4Manfaat Penulisan	2
1.5Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1Penelitian Terdahulu.....	4
2.2Dasar Teori	9
2.3Faktor Faktor Penyebab Banjir.....	9
2.3.1Penyebab Banjir secara Alami	10
2.3.2Penyebab Banjir Akibat Aktivitas Manusia	10
2.4Daerah Rawan Banjir.....	10
2.5Analisis Hidrolika	11
2.6Siklus Hidrologi.....	11
2.7Curah Hujan	12

ix

2.7.1	Penyiapan Data Curah Hujan	12
2.7.2	Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	14
2.8	Data Curah Hujan	16
2.8.1	Uji Probabilitas Data Curah Hujan.....	17
2.8.2	Uji Kecocokan Chi – Kuadrat (<i>Chi- Square</i>)	21
2.8.3	Uji Kecocokan Smirnov –Kolmogorof	23
2.9	Data Debit Rencana	23
2.9.1	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional	24
2.9.2	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Weduwen	25
2.9.3	Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Haspers	25
2.10	Survei Kondisi Eksisting Sungai Desa Air Putih	26
2.11	Global Positioning System (GPS)	27
2.11.1	Mengambil koordinat geografis	27
2.11.2	Kalibrasi dan validasi model hidraulik.....	28
2.11.3	Menentukan posisi titik input boundary	28
2.12	Digital Elevation Model (DEM).....	29
2.12.1	Data DEM	29
2.12.2	Hasil DEM	29
2.13	Kekerasan Manning Untuk Saluran.....	30
2.14	Program HEC-RAS	31
BAB III METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Lokasi Penelitian	33
3.2	Tahapan Penelitian.....	34
3.2.1	Pengumpulan Data	34
3.3	Analisis Data	35

3.3.1 Hidrologi	35
3.3.2 Hidraulika	35
3.4 Alat dan Bahan	36
3.4.1 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	36
3.4.2 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	36
3.5 Diagram Alir	38
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Perhitungan Data Curah Hujan	39
4.2 Uji Probabilitas Data Curah Hujan	39
4.2.1 Metode Normal	40
4.2.2 Metode Log Normal	40
4.2.3 Metode Gumbel	41
4.2.4 Metode Log Pearson Type III	42
4.3 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (<i>Chi-square</i>)	43
4.3.1 Analisa Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (<i>Chi-Square</i>)	44
4.3.2 Kesimpulan	45
4.4 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	45
4.4.1 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Normal	45
4.4.2 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Normal	46
4.4.3 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Gumbel	47
4.4.4 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III	48
4.5 Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov	48
4.6 Kondisi Eksisting Sungai Desa Air Putih	49
4.6.1 Perhitungan STA 0+000	50
4.6.2 Perhitungan STA 0+600	53

4.7Luas DAS Desa Air Putih.....	55
4.8Menghitung Debit Rencana	56
4.8.1Metode rational.....	57
4.8.2Metode Weduwen.....	58
4.8.3Metode Haspers	60
4.9Rekapitulasi Debit Rencana Rational, Weduwen, dan Haspers	61
4.10Perhitungan Debit Rencana Metode Nakayasu	62
4.10.1Metode Nakayasu kala Ulang 5 Tahun	62
4.10.2Metode Nakayasu kala 10 Tahun	64
4.10.3Hasil Grafik Output Hec-Ras selama periode 5,10 tahun	66
4.11Perhitungan Dimensi Penampang Saluran Desa Air Putih	67
4.12Pasang Surut / ROB	69
4.13Hasil Analisa 1D Elevasi sungai Desa Air Putih	70
4.13.1Hasil 1D sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi Hec – Ras 5 tahun...70	
4.13.2Hasil 1D sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi Hec – Ras 10 tahun.73	
4.14Hasil Analisa 1D Saluran Drainase Desa Air Putih.....	77
4.15Hasil Analisa 2D Menggunakan Aplikasi HEC-RAS	80
4.15.1Hasil 2D Sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi HEC-RAS 5tahun ..80	
4.15.2Hasil 2D Sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi HEC-RAS 10 T	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
5.1Kesimpulan	83
1. Besar debit banjir rancangan drainase dengan kala ulang, 5, 10 tahun.	83
2.kemampuan penampang drainase pada kondisi eksisting berdasarkan debit dengan kala ulang , 5, 10 tahun	83
3.Besar Luasan daerah terdampak banjir akibat luapan Saluran Drainase.....	84

5.2Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kawasan Studi, Desa Air Putih <i>Sumber :Google Earth, 2025</i>	33
Gambar 4. 1 Gambar Grafik Elevasi Sungai Desa Air Putih STA 0+000	51
Gambar 4. 2 Gambar Cross Section Sungai STA 0+000	52
Gambar 4. 3 Gambar Grafik Elevasi Sungai Desa Air Putih STA 0+600	54
Gambar 4. 4 Gambar Cross Section Sungai STA 0+600	55
Gambar 4. 5 Gambar DAS Desa Air Putih	56
Gambar 4. 6 Gambar grafik Debit rencana Maximun selama 5	63
Gambar 4. 7 Gambar grafik Debit rencana Maximun selama 10	65
Gambar 4. 8 Gambar peningkatan debit air dengan kala ulang 5 ,10 tahun	67
Gambar 4. 9 Gambar Dimensi Penampang Saluran Desa Air Putih.....	68
Gambar 4. 10 Grafik Pasang Surut Desa Air Putih per 15 menit	69
Gambar 4. 11 Gambar 1D Sungai Desa Air Putih	70
Gambar 4. 12 Gambar Elevasi Sungai STA 0+000 di Hilir.....	71
Gambar 4. 13 Gambar Elevasi Sungai STA 0+600 Hulu	71
Gambar 4. 14 Gambar Grafik dari hasil analisa Hec - Ras 1D	72
Gambar 4. 15 Gambar Grafik General Profil Flot dari analisa Hec -Ras 1D	73
Gambar 4. 16 Gambar 1D Sungai Desa Air Putih	74
Gambar 4. 17 Gambar Elevasi Sungai STA 0+100 di Hilir.....	74
Gambar 4. 18 Gambar Elevasi Sungai STA 0+600 Hulu	75
Gambar 4. 19 Gambar Grafik dari hasil analisa Hec - Ras 1D	76
Gambar 4. 20 Gambar Grafik General Profil Flot dari analisa Hec -Ras 1D	76
Gambar 4. 21 Gambar Hasil Analisa 1D Saluran Drainase STA 0+000	77
Gambar 4. 22 Gambar Hasil Analisa Saluran Sepanjang STA 0 - STA 180	78
Gambar 4. 23 General Profil Plot STA 0+000.....	78
Gambar 4. 24 Gambar Rating Curve Pada STA 0+000	79
Gambar 4. 25 Gambar Hasil Analisa 2D Dengan debit Rencana 5 tahun	80
Gambar 4. 27 Gambar Hasil Analisa 2D Dengan debit Rencana 10 tahun	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2. 2 Reduced Variate (YTr) sebagai Fungsi Periode Ulang.....	15
Tabel 2. 3 Reduced Mean (Yn)	15
Tabel 2. 4 Reduced Standart Deviation (Sn).....	15
Tabel 2. 5 Reduced Variate (YT).....	16
Tabel 2. 6 Tabel Persyaratan Parameter Statistik suatu distribusi	17
Tabel 2. 7 Nilai Dkritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat.....	22
Tabel 2. 8 Tabel Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorf.....	23
Tabel 3. 1 Alat Pengujian.....	36
Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Kab.Bengkalis	39
Tabel 4. 2 Tabel Uji Probabilitas metode Normal	40
Tabel 4. 3 Tabel Periode ulang , Metode Normal	40
Tabel 4. 4 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Normal	41
Tabel 4. 5 Tabel Periode ulang , Metode Log Normal.....	41
Tabel 4. 6 Tabel Uji Probabilitas Metode Gumbel	41
Tabel 4. 7 Tabel Periode ulang , Metode Gumbel	42
Tabel 4. 8 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Pearson Type III.....	42
Tabel 4. 9 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Pearson Type III.....	43
Tabel 4. 10 Tabel Nilai X^2 Gumbel.....	44
Tabel 4. 11 Tabel Nilai X^2 Normal	44
Tabel 4. 12 Tabel Nilai X^2 Log Normal	44
Tabel 4. 13 Tabel Nilai X^2 Log Pearson Type III	44
Tabel 4. 14 Perbandingan X^2 Dengan X^2_{cr}	45
Tabel 4. 15 Uji Smirnov-Kolmogorof Normal	46
Tabel 4. 16 Uji Smirnov-Kolmogorof Log Normal	46
Tabel 4. 17 Uji Smirnov-Kolmogorof Gumbel.....	47
Tabel 4. 18 Uji Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III	48
Tabel 4. 19 Tabel Uji Kecocokan Chi-Kuadrat	49

Tabel 4. 20 Tabel Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	49
Tabel 4. 21 Tabel Pilihan Data Hujan Yang Lolos	49
Tabel 4. 22 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sunfai	50
Tabel 4. 23 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sungai	51
Tabel 4. 24 Tabel Pengolahan data Cross Section	52
Tabel 4. 25 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sungai STA 0+600.....	53
Tabel 4. 26 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sungai	53
Tabel 4. 27 Tabel Pengolahan data Cross Section	54
Tabel 4. 28 Tabel Data Data Pengolahan Untuk Debit Rencana	57
Tabel 4. 29 Tabel pengolahan data di lapangan	57
Tabel 4. 30 Tabel Perhitungan Metode Rational 5 tahun.....	58
Tabel 4. 31 Tabel Perhitungan Metode Rational 10 tahun.....	58
Tabel 4. 32 Tabel Hasil Rekapitulasi kala ulang Tahun	58
Tabel 4. 33 Tabel pengolahan data di lapangan	59
Tabel 4. 34 Tabel Perhitungan Metode Weduwen 5 tahun.....	59
Tabel 4. 35 Tabel Perhitungan Metode Weduwen 10 tahun.....	59
Tabel 4. 36 Tabel Hasil Rekapitulasi kala ulang Tahun	60
Tabel 4. 37 Tabel pengolahan data di lapangan	60
Tabel 4. 38 Tabel Perhitungan Metode Hapers 5 tahun.....	60
Tabel 4. 39 Tabel Perhitungan Metode Hapers 10 tahun.....	61
Tabel 4. 40 Tabel Hasil Rekapitulasi kala ulang Tahun	61
Tabel 4. 41 Tabel Hasil Rekapitulasi Kala Ulang Tahun dan Metode nya.....	61
Tabel 4. 42 Tabel Data di lapangan Kala 5 tahun	62
Tabel 4. 43 Tabel Nilai Max dari 3 Metode Debit Rencana	62
Tabel 4. 44 Tabel Nilai TC kala 5 tahun.....	63
Tabel 4. 45 Tabel Perhitungan Kala Ulang 5 tahun	63
Tabel 4. 46 Tabel Data di lapangan Kala 10 tahun	64
Tabel 4. 47 Tabel Nilai Max dari 3 Metode Debit Rencana	64
Tabel 4. 48 Tabel Nilai TC kala 10 tahun.....	64
Tabel 4. 49 Tabel Perhitungan Kala Ulang 10 tahun	65
Tabel 4. 50 Tabel data perhitungan debit rencana max setiap 5,10 tahun	66

Tabel 4. 51 Tabel Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Drainase	68
Tabel 5. 1 Hasil Analisis Hidrologi Dengan Kala Ulang Tahun 5,10 Tahun	83
Tabel 5. 2 Tabel Hasil Analisis Potensi Genangan Di Desa Air Putih	84
Tabel 5. 3 Tabel Luasan Area Terdampak banjir	84

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

As	= Luas Penampang Saluran (m^2)
a	= Saluran Primer
b	= Saluran Sekunder
c	= Saluran Tersier
d	= Saluran Quarter
k	= Variable Standar (<i>standardzed variable</i>) untuk x yang besarnya tergantung koefisien kemencangan G
KT	= Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang yang digunakan untuk analisis peluang
n	= Koefisien Kekasaran Manning
P	= Keliling basah saluran (m)
R	= Jari – jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan Dasar Saluran
Sn	= Reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel/Data n
V	= Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)
X	= Nilai rata-rata hitung variat
Xt	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
Y	= Nilai rata-rata hitung variat
Yt	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T- tahunan
Yn	= <i>Reduced mean</i> yang tergantung jumlah sampel/data n
Ytr	= <i>Reduced variate</i>
A	= Luas Penampang Basah (m^2)
B	= Lebar dasar saluran (m)

h	= Tinggi muka air (m)
M	= Kemiringan dinding saluran
R	= Jari-jari hidrolis (m)
P	= Keliling basah saluran (m)
V	= Kemiringan dasar saluran
S	= Tinggi jagaan (m)
W	= Tinggi jagaan (m)
N	= Koordinat N (Y)
E	= Koordinat E (z)
Z	= Koordinat Z (z)
ZA	= Sudut Vertikal
HAR	= Sudut Horizontal kanan
Q	= debit air

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber daya air memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Jika pemanfaatannya tidak baik, maka akan terjadi beberapa bencana yang akan membahayakan nyawa manusia yang tinggal disekitar sumber daya air tersebut. Salah satu contoh sumber daya air yang keberadaannya dekat dengan aktivitas manusia adalah sungai.

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang sangat penting, yang mengalir memanjang dari hulu sampai hilir. Namun, sungai di Indonesia pada umumnya menghadapi permasalahan laju sedimentasi yang tinggi, yang menyebabkan pendangkalan dan berkurangnya kapasitas penampang. Laju erosi yang semakin tinggi ini disebabkan oleh pengelolaan lahan secara intensif yang mengabaikan aspek konservasi. Contohnya, di Desa Air Putih, banjir yang terjadi karena drainase tidak mampu lagi menampung debit banjir yang lewat, sehingga air meluap sampai ke pemukiman warga dan jalan. Meski tidak seluruh wilayah terkena banjir pada lokasi tertentu menyebabkan aktifitas warga setempat menjadi terganggu. Wilayah yang sering terjadinya banjir di Desa Air Putih tepatnya di jalan Poros Sungai Alam.

Berdasarkan dari berita yang di terbitkan oleh IFIFIAN di BPBD, pada Jumat, 02 Desember 2022 pukul 09:58 WIB, terdapat 9 kepala keluarga tidak bisa keluar dari lokasi banjir diakibatkan tingginya banjir yang menggenangi perkarangan rumah dan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan penanganan banjir di Desa Dedap melalui perencanaan sistem drainase yang efektif, dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa Besar debit banjir rancangan yang terjadi di drainase Desa Air Putih dengan kala ulang, 5, 10 tahun?
2. Bagaimana kemampuan penampang drainase di Desa Air Putih pada kondisi eksisting berdasarkan debit dengan kala ulang , 5, 10 tahun?
3. Bagaimanakah sebaran daerah terdampak banjir akibat luapan Saluran Drainase di Desa Air Putih ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besar debit banjir rancangan di Desa Air Putih dengan kala ulang, 5, 10 tahun
2. Mengetahui sebaran daerah terdampak banjir akibat luapan Sungai dan Saluran drainase di Desa Air Putih
3. Mengetahui kapasitas Saluran di desa Air Putih pada kondisi eksisting dalam menampung debit banjir rancangan
4. Memberikan rekomendasi mitigasi risiko banjir berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS.

1.4 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai banjir yang terjadi di sekitar drainase di Desa Air Putih
2. Dapat dijadikan bahan pengambilan keputusan terhadap kemungkinan bencana banjir yang akan datang, sehingga dapat mengurangi jumlah kerugian secara ekonomi maupun sosial yang akan ditimbulkan
3. Menambah pengetahuan terhadap aplikasi HEC-RAS
4. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu hidrologi dan hidrodinamika.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar penelitian ini tetap terfokus, maka batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Lokasi daerah studi terletak di Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis
2. Data yang digunakan meliputi data curah hujan, topografi (*Digital Elevation Model/DEM*), dan data debit Saluran
3. Analisis dilakukan berdasarkan periode ulang banjir, 5, 10 tahun, yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang potensi area genangan pada skenario debit tertentu.
4. Pemodelan banjir dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS yang diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan area genangan banjir.
5. Tidak membahas permasalahan penyebab banjir di Desa Air Putih

BAB II

TINJAUAN PUASTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang bisa digunakan sebagai acuan / contoh dalam proses penelitian proposal terkait judul yang ingin di teliti :

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Aulia Muhammad	2023	Analisa Genangan Banjir Sungai Gembong Pasuruan Menggunakan Aplikasi Hec-Ras 2D	Banjir merupakan keadaan dimana suatu daerah tergenang udara dalam jumlah yang besar, Sungai Gembong merupakan sungai yang membelah Kota Pasuruan dan pada tahun 2008 terjadi banjir ekstrim dengan kala ulang 25 tahun yang membuat fasilitas umum dan pemadaman listrik sementara. Mengingat pentingnya Sungai Gembong bagi kehidupan di Kota Pasuruan, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai debit banjir yang terjadi, luas genangan banjir dan kondisi penampang dengan debit banjir kala ulang 25 dan 50 tahun. Data yang diperlukan untuk melengkapi penelitian ini antara lain adalah data hujan, data debit maksimum, data DEM, dan data penampang Sungai Gembong. Studi ini dimulai dengan analisis kualitas data hujan lalu mengubah data hujan menjadi debit banjir perencanaan dengan kala ulang 25 dan 50 tahun, lalu dilakukan pemodelan di aplikasi HEC-RAS untuk mendapatkan sebaran mencakup banjir

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				DAS Gembong. Pemodelan hidraulik menggunakan HEC-RAS 6.2 dengan Analisa 2D dengan simulasi unsteady flow kala ulang 25 dan 50 untuk mengetahui luas ekosistem di DAS Gembong.
2	Siti Talitha Rachma	2022	Studi Penentuan Sebaran Daerah Terdampak Banjir di DAS Kali Kamuning Kabupaten Sampang Menggunakan Aplikasi HEC-RAS v5.0	Sumber daya air, terutama sungai memiliki peran penting bagi kehidupan manusia namun juga memiliki beberapa bencana yang mengancam kehidupan manusia jika pemanfaatannya tidak baik. Salah satunya yang sering terjadi adalah banjir yang setiap tahun potensi ancaman semakin bertambah. BNPB mencatat 83 kejadian banjir terjadi pada tahun 2015 dan meningkat menjadi 116 kejadian per Oktober 2016. Sehingga dari masalah tersebut, maka perlu diketahui daerah mana saja yang memiliki potensi banjir sehingga dapat diketahui mana daerah yang aman dari dampak banjir. Pada penelitian ini, lokasi studi berada pada Kali Kamuning bagian hilir yang terletak ada desa Tanggumong sampai desa Dalpenang kabupaten Sampang dengan panjang sungai kajian 4,98 km dan jumlah titik pengamatan yaitu 40 patok. Dalam penentuan sebaran daerah terdampak banjir, digunakan analisa debit banjir rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode HSS Nakayasu yang sebelumnya diuji dengan beberapa metode pengujian data. Data yang digunakan merupakan data curah hujan yang didapat dari 4 stasiun selama 10

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				tahun yaitu stasiun Sampang, Omben, Kedungdung dan Robatal. Analisa tinggi muka air banjir didapatkan dengan bantuan aplikasi HEC-RAS v5.0. Dari hasil analisa debit banjir rancangan, didapat $Q_{2th} = 276,50 \text{ m}^3 / \text{det}$, $Q_{5th} = 319,70 \text{ m}^3 / \text{det}$, $Q_{10th} = 342,75 \text{ m}^3 / \text{det}$, $Q_{25th} = 367,49 \text{ m}^3 / \text{det}$, $Q_{50th} = 383,48 \text{ m}^3 / \text{det}$ dan $Q_{100th} = 397,76 \text{ m}^3 / \text{det}$. Dengan keadaan penampang eksisting yang tidak dapat menampung debit banjir rancangan sehingga sebaran rata-rata tinggi genangan dari tanggul pada masing-masing debit setinggi 1,70 m, 1,96 m, 2,10 m, 2,24 m, 2,34 m dan 2,42 m. Dengan demikian, daerah sebaran banjir menggenangi mulai dari desa Tanggumong, Paseyan, Panggung, Gunung Sekar dan Dalpenang dengan luas tiap debit banjir rancangan 5,09 km^2, 5,36 km^2, 5,47 km^2, 5,57 km^2, 5,60 km^2 dan 5,63 km^2. Untuk analisa perkiraan nilai kerusakan dan kerugian dengan menggunakan Q_{25th} didapatkan total Rp78.589.235.000. Kata kunci: Kali Kamuning, Sampang, banjir, HEC-RAS v5.
3	Adelia Agustina	2022	Analisis karakteristik aliran sungai pada sungai cimadur, provinsi banten dengan menggunakan hec-ras	DAS Cimadur merupakan salah satu DAS yang berada di wilayah Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. DAS Cimadur mengalami masalah banjir sejak beberapa tahun yang lalu terutama disekitar sungai Cimadur. Salah satu permasalahan banjir terbesar terjadi pada tahun 2019 yang mengakibatkan terendamnya sebagian daerah

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				perkampungan, pendangkalan dasar sungai, dan rusaknya infrastruktur keairan. Dalam rangka penanganan masalah banjir di sungai Cimadur tersebut, maka diperlukan adanya kajian terlebih dahulu mengenai karakteristik aliran sungai. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran sungai di bagian hilir sungai Cimadur, dengan cara menghitung debit banjir di DAS sungai Cimadur untuk kala ulang 5, 10, 25, dan 50 tahun dan mensimulasikan karakteristik aliran di sungai Cimadur dengan menggunakan program HEC-RAS 4.1. Berdasarkan perhitungan debit, debit banjir untuk kala ulang 5, 10, 25, dan 50 tahun adalah 281,8140 m³/dtk, 352,8301 m³/dtk, 459,6876 m³/dtk, 553,1754 m³/dtk. Berdasarkan simulasi HEC-RAS, aliran sungai pada profil sungai yang lurus memiliki kecepatan aliran lebih besar dibagian tengah section melintangnya dibandingkan dengan bagian kanan dan kiri dari section melintang sungai tersebut. Namun, kecepatan yang hampir sama besar pada bagian tengah dan kanan section melintang sungai diperlihatkan pada profil sungai yang membelok kearah kiri.
4	Andi Muhammad Aliyansyah	2020	Analisis hidrolika aliran sungai bolifar dengan menggunakan hec-ras	Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada lahan yang biasanya kering atau terjadi limpasan dari alur sungai yang disebabkan oleh debit sungai yang melebihi kapasitas pengalirannya Banjir menjadi masalah

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				jika mengakibatkan kerugian terhadap manusia, apabila sudah ada manusia yang dirugikan oleh peristiwa banjir maka harus dilakukan usaha untuk mengatasinya. Sungai Bolifar merupakan salah satu sungai di Provinsi Maluku yang alirannya melintas di Pulau Seram bagian Timur. Seperti di beberapa kota di Indonesia, banyak daerah sekitar Sungai Bolifar yang dijadikan daerah pemukiman. Hal ini sangat berbahaya bila terjadi luapan banjir. Perlunya perencanaan dan perhitungan yang matang untuk memperkirakan terjadinya luapan. Berdasarkan hasil analisa hidrologi yang telah dilakukan, dapat diketahui debit banjir Sungai Bolifar, periode ulang $Q_2\text{Tahun} = 341,446 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_5\text{Tahun} = 433,956 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10}\text{Tahun} = 486,583 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan $Q_{25}\text{Tahun} = 521,211 \text{ m}^3/\text{detik}$. Berdasarkan hasil analisa hidrolika aliran pada ruas penampang Sungai Bolifar di Program HEC-RAS diperoleh suatu hasil bahwa ditemukan luapan banjir pada beberapa tempat melebihi ketinggian tebing sungai yang ada di sepanjang kiri dan kanan sungai, sedangkan pada kondisi debit normal menimbulkan alur sungai yang menjalin.

Sumber : Jurnal Terdahulu, 2020 - 2025

2.2 Dasar Teori

Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air di suatu wilayah, sehingga menimbulkan kerugian fisik, sosial, dan ekonomi (Rahayu dkk, 2009). Banjir merupakan ancaman musiman yang terjadi ketika air meluap dari saluran yang ada dan menggenangi wilayah sekitarnya. Menurut IDEP (2007), banjir adalah ancaman alam yang paling sering terjadi dan paling banyak merugikan, baik dari segi kemanusiaan maupun ekonomi

Terjadinya bencana banjir juga disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Faktor-faktor lain yang memicu banjir antara lain naiknya permukaan air akibat curah hujan yang di atas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, dan terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligak, 2008).

Untuk mengatasi masalah banjir, drainase memegang peran penting. Menurut Suripin (2004), drainase adalah proses mengalirkan, menguras, atau membuang air dari suatu area. Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan atau sistem yang bertujuan untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari kawasan tertentu, sehingga lahan dapat dimanfaatkan secara optimal. Dengan demikian, drainase berfungsi untuk menangani kelebihan air yang tidak diinginkan dan menanggulangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut, seperti genangan atau banjir.

2.3 Faktor Faktor Penyebab Banjir

Faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu banjir alami dan banjir akibat tindakan manusia. Banjir alami dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase, dan pengaruh air pasang (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002). Di sisi lain, banjir akibat aktivitas manusia disebabkan oleh perubahan-perubahan lingkungan yang tidak berkelanjutan,

seperti perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), pembangunan kawasan pemukiman di sekitar bantaran, kerusakan drainase lahan, dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat.

Menurut BNPB (2022), curah hujan yang tinggi secara terus-menerus merupakan salah satu penyebab utama terjadinya banjir. Hal ini mengakibatkan meluapnya air dari sungai, danau, laut, atau drainase ketika volume air melebihi kapasitas tampung. Oleh karena itu, penting untuk memahami faktor-faktor penyebab banjir dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang efektif untuk mengurangi risiko banjir.

2.3.1 Penyebab Banjir secara Alami

Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya adalah :

1. Curah Hujan
2. Pengaruh Fisiografi
3. Erosi dan sedimentasi
4. Kapasitas sungai
5. Kapasitas Drainase Yang tidak memadai
6. Pengaruh Air pasang

2.3.2 Penyebab Banjir Akibat Aktivitas Manusia

Banjir juga dapat terjadi akibat ulah/aktivitas manusia sebagai berikut:

1. Perubahan kondisi DAS
2. Kawasan kumuh dan sampah
3. Drainase perkotaan dan pengembangan pertanian
4. Kerusakan bangunan pengendali air
5. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat
6. Rusaknya hutan (hilangnya vegetasi alami)

2.4 Daerah Rawan Banjir

Daerah rawan banjir adalah daerah yang sering dilanda banjir. Daerah tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan geomorfologi khususnya aspek morfogenesis, karena kenampakan seperti teras sungai, tanggul

alam, dataran banjir, rawa belakang, kipas aluvial, dan delta yang merupakan bentukan banjir yang berulang-ulang yang merupakan bentuk lahan detil yang mempunyai topografi datar “(Dibyosaputro, 1984).

Menurut Pratomo (2008) dan Isnugroho (2006), “daerah rawan banjir dapat diklasifikasikan menjadi empat daerah, yaitu daerah pantai, daerah dataran banjir, daerah sempadan sungai, dan daerah cekungan”.

2.5 Analisis Hidrolika

Saluran drainase adalah infrastruktur yang berfungsi sebagai sarana pembuangan air hujan, mengalirkan air tersebut ke tempat pembuangan akhir seperti laut atau danau. Berdasarkan keberadaannya, saluran drainase dapat berupa saluran alami maupun buatan. Sementara itu, berdasarkan jenis penyalurannya, saluran drainase terbagi menjadi saluran terbuka dan saluran tertutup.

Saluran terbuka adalah saluran di mana permukaan airnya dikelilingi oleh dinding dengan bagian atasnya terbuka. Sebaliknya, saluran tertutup adalah saluran yang seluruh permukaan airnya dibatasi oleh dinding, dan sering disebut sebagai saluran pengaliran bertekanan.

2.6 Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah disiplin ilmu yang mempelajari berbagai aspek pergerakan dan distribusi air di Bumi, baik di atas permukaan (sungai, danau, laut) maupun di dalam lapisan tanah atau akifer. Selain itu, hidrologi juga mengkaji sifat fisik dan kimia air, termasuk komposisi, suhu, tekanan, dan ketersediaannya, serta interaksinya dengan lingkungan sekitar. Studi hidrologi berfokus pada memahami peran air dalam berbagai proses lingkungan dan hubungannya yang penting dengan kehidupan di Bumi. Hal ini mencakup dampaknya terhadap ekosistem, pertanian, pemukiman, dan kesehatan manusia (Martha dan Adidarma, 1983).

Siklus hidrologi, atau siklus air, adalah serangkaian proses alamiah yang kompleks dan berkelanjutan. Proses ini dimulai dengan evaporasi, di mana air berubah dari bentuk cair menjadi uap air akibat panas matahari. Kemudian, uap

air mengalami kondensasi dan berubah kembali menjadi tetesan air, membentuk awan. Awan ini terus mengalami perubahan dan akumulasi hingga mencapai titik jenuh, menyebabkan terjadinya presipitasi atau hujan.

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah memiliki dua jalur utama: air limpasan (runoff) dan infiltrasi. Air yang meresap ke dalam tanah mengisi kembali cadangan air tanah dan bergerak menuju muka air tanah yang lebih rendah, berkontribusi pada peningkatan kadar air di dalam akifer. Dalam prosesnya, air tanah ini dapat mengalir lebih jauh dan akhirnya mencapai badan-badan air yang lebih besar, seperti laut, danau, dan sungai.

2.7 Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan, karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Tidak diragukan lagi jika curah hujan menjadi faktor utama dari besarnya debit air. Jika curah hujan dalam keadaan tidak tinggi, ada kemungkinan debit air Drainase pun juga tidak akan tinggi dan sudah tentu aliran di Drainase tidak begitu deras. Sedangkan saat curah hujan berada pada kondisi tinggi terutama di daerah hulu, sungai, kemungkinan besar debit air juga akan meningkat disertai dengan tingginya volume air drainase.

2.7.1 Penyiapan Data Curah Hujan

Sebelum data curah hujan diolah, perlu dilakukan pengecekan kontinuitas data, mengingat data yang tersedia sering kali tidak lengkap (terdapat kekosongan) dan dianggap sebagai data yang hilang. Kondisi ini dapat terjadi karena beberapa alasan, seperti ketidaktahuan petugas dalam mencatat data di lokasi pengamatan atau kerusakan pada alat penakar hujan. Oleh karena itu, untuk keperluan analisis lebih lanjut, data yang ada perlu dilengkapi dengan memanfaatkan data curah hujan dari stasiun pengamatan terdekat, yaitu:

1. Curah hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi diperoleh dari stasiun pengamatan curah hujan terdekat dengan lokasi perencanaan. Pengukuran

curah hujan dapat dilakukan menggunakan alat konvensional yang hanya mencatat total curah hujan harian, atau alat otomatis yang mampu merekam karakteristik hujan berdasarkan durasi tertentu. (soewarno, 2000)

Data curah hujan yang diperoleh sering kali berupa data mentah yang belum dapat langsung digunakan. Oleh karena itu, data tersebut perlu diolah terlebih dahulu menggunakan metode statistik dan analisis regresi. Proses pengolahan ini bertujuan untuk mendapatkan prediksi hujan harian maksimum (dalam satuan mm selama 24 jam) yang terjadi sekali dalam periode ulang tertentu (*return period*) yang direncanakan. Secara umum, tahapan analisis curah hujan meliputi:

- 1) Penyiapan data curah hujan;
- 2) Tes konsistensi;
- 3) Analisis frekuensi curah hujan;
- 4) Analisis intensitas curah hujan;

$$R_x = \frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^{n-1} r_n \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- n = jumlah stasiun pengamatan hujan
- rx = tinggi curah hujan pada stasiun yang akan dicari
- m = tinggi curah hujan pada stasiun pengamat lain

2. Apabila perbedaan antara curah hujan tahunan normal di stasiun yang memiliki data kosong dan stasiun pengamatan terdekat melebihi 10%, maka metode perbandingan normal perlu digunakan. Metode ini dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$R_x = \frac{1}{n-1} \times \left[\sum_{i=1}^{n-1} \frac{R_n}{R_n} r_n \right] \dots\dots\dots (2.2)$$

- R_x = tinggi curah hujan pada stasiun yang akan dicari
- R_x = hujan normal tahunan pada stasiun pengamat yang akan di cari
- n = jumlah stasiun pengamat hujan
- m = tinggi curah hujan pada stasiun pengamat lain
- R_n = hujan tahunan normal curah hujan pada stasiun pengamatan lain

X = menunjukkan system pengukur hujan yang datanya akan dicari dan merupakan bilangan 1 sampai n

2.7.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Curah hujan maksimum yang diperkirakan terjadi dalam suatu periode ulang tertentu dapat dihitung menggunakan berbagai metode, seperti metode Gumbel, log normal, dan log Pearson III. Ketiga metode ini sering digunakan untuk menganalisis besarnya curah hujan harian maksimum karena mampu menangani data ekstrem secara efektif.

Hubungan antara kala ulang dan probabilitas dinyatakan dengan rumus $P = 1/T$. Probabilitas ini dapat dianalisis menggunakan distribusi normal, di mana besarnya kejadian banjir dan nilai probabilitas ($1/T$) yang diplot pada kertas probabilitas normal akan membentuk garis lurus. Pendekatan ini dapat dilakukan baik secara grafis maupun melalui analisis matematis.

1. Analisis Frekuensi

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah untuk menentukan besaran kejadian-kejadian ekstrem berdasarkan frekuensi terjadinya, dengan menggunakan pendekatan distribusi probabilitas. Parameter statistik data hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah:

$$a. \text{ Koefisien kepengcengan (Cs)} = \frac{n \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$b. \text{ Koefisien kepengcengan (Ck)} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$c. \text{ Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$d. \text{ Koefisien Variansi (cv) } C_v = \frac{S}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$e. \text{ Harga rata rata atau mean } \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan :

X_i = nilai sampel

N = banyaknya data

Tabel 2. 2 Reduced Variate (YTr) sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode Ulang, Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr	Periode ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber : Suripin, (2004)

Tabel 2. 3 Reduced Mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5236	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5236	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5680	0,5610	0,5611

Sumber : Suripin, (2004)

Tabel 2. 4 Reduced Standart Deviation (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1654	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,0930	1,2096

Sumber : Suripin, (2004)

Tabel 2. 5 Reduced Variate (YT)

PUT	YT
2	0,3665
5	1,5004
10	2,251
20	2,9709
50	3,9028
100	4,6012

Sumber : Suripin ,(2004)

2.8 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah informasi yang sangat penting yang mencatat jumlah air hujan yang turun di suatu area selama periode tertentu, seperti harian, bulanan, atau tahunan. Pengumpulan data ini biasanya dilakukan melalui stasiun meteorologi dengan menggunakan alat seperti ombrometer atau sensor otomatis. Selain itu, data ini juga dapat diperoleh dari satelit dan radar cuaca untuk mendapatkan cakupan yang lebih luas. Data curah hujan dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Curah Hujan Harian: Data harian curah hujan yang berasal dari stasiun cuaca terdekat.
2. Curah Hujan Bulanan dan Tahunan: Rata-rata curah hujan bulanan dan tahunan untuk analisis jangka panjang.
3. Curah Hujan Ekstrem: Data mengenai kejadian curah hujan ekstrem yang dibutuhkan untuk analisis banjir.

Data curah hujan yang dikumpulkan dapat dianalisis untuk mendapatkan rata-rata, median, dan deviasi standar, yang membantu dalam memahami pola dan karakteristik hujan di suatu wilayah. Analisis frekuensi menggunakan distribusi probabilitas seperti distribusi normal, log normal, Gumbel, dan log Pearson III memungkinkan kita untuk menghitung curah hujan dengan periode ulang tertentu, seperti 2, 5, 10, 25, 50, atau 100 tahun. Informasi ini sangat krusial untuk perencanaan infrastruktur, manajemen sumber daya air, dan analisis lingkungan; misalnya, dalam perencanaan sistem drainase dan pengendalian banjir, data curah

hujan digunakan untuk merancang saluran dan waduk yang dapat menampung debit puncak selama kejadian hujan ekstrem.

2.8.1 Uji Probabilitas Data Curah Hujan

uji data probabilitas adalah untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode normal. Log normal, Gumbel, log pearson type III, biasanya Pemilihan jenis distribusi probabilitas yang paling sesuai dilakukan dengan mencocokkan parameter data yang dianalisis dengan kriteria atau karakteristik masing-masing jenis distribusi

berikut Tabel ketentuan Uji Distribusi Probabilitas :

Tabel 2. 6 Tabel Persyaratan Parameter Statistik suatu distribusi

NO	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$
2	Normal	$Cs = 0$ $Ck = 3$
3	Log Normal	$Cs = C_v^3$ $Ck = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16$
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

Sumber : Bambang,T, 2008

2.8.1.1 Metode Normal

Metode distribusi normal adalah salah satu pendekatan statistic yang digunakan untuk menganalisis data hidrologi, seperti curah hujan maksimum tahunan. Distribusi ini sering digunakan karena kesederhanaan nyadan kemampuannya untuk memberikan estimasi yang cukup baik ketika data mengikuti normal. Distribusi normal adalah distribusi probabilitas kontinu yang berbentuk lonceng (*bell-shaped curve*). Distribusi ini ditentukan oleh dua parameter, yaitu :

1. Rata-rata(mean, μ) : menunjukkan pusat distribusi data.
2. Standar deviasi (standar deviation, σ): mengukur seberapa jauh data tersebar dari rata rata.

Langkah –langkah Analisis dengan metode Normal :

1. Pengumpulan data : kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun. Misalnya, data dari tahun 2014 hingga 2023
2. Perhitungan parameter. Hitung rata rata (μ) dan standar deviasi (σ) dari data yang dikumpulkan.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

X_i = adalah nilai curah hujan maksimum pada tahun ke-I, dan N
adalah jumlah tahun pengamatan

3. Penentuan periode ulang (*Return period*): pilih periode ulang T yang digunakan misalnya 5,10 tahun
4. Menghitung nilai z : tentukan nilai z dari tabel distribusi normal kumulatif untuk probabilitas $\frac{1}{T}$

$$P = 1 - \frac{1}{T}$$

Dimana :

Z = nilai dari tabel distribusi normal kumulatif untuk P

5. Menghitung Curah Hujan Periode Ulang , gunakan rumus berikut untuk menghitung curah hujan periode ulang (X_T):

$$X_T = \mu + Z . \sigma \dots\dots\dots (2.9)$$

2.8.1.2 Metode Log-Normal

Distribusi log-normal merupakan distribusi probabilitas kontinu dari suatu variabel acak di mana logaritmanya mengikuti distribusi normal. Dalam bidang hidrologi, pendekatan log-normal sering diterapkan untuk menganalisis data curah hujan tahunan maksimum, terutama saat data menunjukkan skewness yang bersifat positif.

Langkah – langkah analisis Metode Log-Normal :

1. Pengumpulan Data : Kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun, misalnya data dari tahun 2014 hingga 2023

2. Transformasi logaritma : transformasikan data curah hujan x menjadi data logaritma $Y = \ln(X)$
3. Perhitungan Parameter : Hitungan rata-rata (μY) dan standar deviasi (σY) dari data yang telah ditransformasikan .

$$\mu Y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$$

$$\sigma Y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \mu Y)^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

4. Penentuan periode Ulang (*Return Period*) :pilih period ulang T yang diinginkan , misalnya 2, 5 Tahun
5. Menghitung nilai z : tentukan nilai z dari tabel distribusi normal kumulatif untuk probabilitas $1 - \frac{1}{T}$

$$P = 1 - \frac{1}{T}$$

Dimana :

Z = nilai dari tabel distribusi normal kumulatif untuk P

6. Menghitung curah hujan periode ulang : gunakan rumus berikut untuk menghitung curah hujan periode ulang (X_T) dalam bentuk logaritma :

$$Y_T = \mu Y + Z \cdot \sigma Y \dots\dots\dots (2.11)$$

2.8.1.3 Metode Gumbel

Distribusi Gumbel adalah salah satu distribusi yang paling sering digunakan dalam analisis data hidrologi untuk memodelkan kejadian ekstrem, seperti curah hujan maksimum tahunan. Distribusi ini dikenal juga sebagai distribusi ekstrem tipe I. distribusi gumbel digunakan untuk memodelkan nilai ekstrem dari suatu dataset. Metode ini sangat cocok untuk data yang terdiri dari nilai puncak tahunan dan bertujuan untuk memprediksi kejadian yang sangat jarang terjadi dengan menggunakan distribusi probabilitas. Distribusi Gumbel memiliki dua parameter utama, yaitu :

1. Parameter lokasi : menentukan lokasi pusat distribusi
2. Parameter skala : menentukan penyebaran atau lebar distribusi

Langkah langkah Analisis dengan Metode Gumbel

1. Pengumpulan data : kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun, misalnya data dari tahun 2014 hingga 2023
2. Menghitung parameter lokasi (μ) dan Skala (β) : hitung rata rata ($X^{rata\ rata}$) Dan standar deviasi (S) dari data. parameter lokasi (μ) dapat dihitung dengan rumus :

$$\mu = \bar{X} - 0,5772 \cdot \beta \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

0,5772 adalah konstanta Euler-Mascheroni.

Parameter skala (β) dapat dihitung dengan rumus :

$$\beta = \frac{s\sqrt{6}}{\pi}$$

3. Penentuan periode ulang (return period) : pilih periode ulang T yang diinginkan misalnya 2, 5 tahun.
4. Menghitung nilai Gumbel Reduced Variate (Y_T) :

$$Y_T = - \ln (- \ln (\frac{T-1}{T})) \dots\dots\dots(2.13)$$

5. Menghitung curah hujan periode ulang (X_T) :

Gunakan rumusan berikut untuk menghitung curah hujan periode ulang:

$$X_T = \mu + \beta \cdot Y_T \dots\dots\dots(2.14)$$

2.8.1.4 Metode Log-Pearson Type III

Metode Log Pearson Type III adalah salah satu metode yang paling umum digunakan dalam analisis frekuensi hidrologi, terutama untuk analisis curah hujan dan debit maksimum tahunan. Metode ini sangat cocok untuk data yang memiliki skewnes atau ketidaksimetrisan, karena mampu mengakomodasi data yang menyimpang dari distribusi normal. Distribusi log-pearson type III adalah distribusi pearson Type III yang diterapkan pada logaritma dari data aslinya. Ini berarti bahwa kita pertama-tama mentransformasikan data ke dalam bentuk logaritma, dan kemudian menerapkan distribusi Pearson Type III Pada data yang ditransformasikan tersebut.

Langkah skewness Analisis dengan Metode Log-Pearson Type III

1. Pengumpulan data : kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun. Misalnya data dari tahun 2014 hingga 2023.
2. Transformasi logaritma : transformasi data curah hujan X menjadi data logaritma $Y = \text{Log}(X)$
3. Perhitungan Parameter : hitung rata rata ($Y^{\text{rata rata}}$) dan standar deviasi (S_y) dari data yang telah ditransformasikan.

Hitunglah koefisien Skewnes (G) dari data yang telah ditransformasikan.

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$G = \frac{N \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^3}{(N-1)(N-2)S_y^3} \dots\dots\dots (2.16)$$

4. Penentuan periode ulang (return period): pilih periode ulang T yang diinginkan, misanya 2, 5 tahun.
5. Menghitung nilai k : tentukan nilai K dari tabel distribusi pearson Type III untuk probabilitas $1/\frac{1}{T}$ dan koefisien skewness G

6. Menghitung curah hujan periode ulang

Gunakan rumus berikut untuk menghitung curah hujanperiode ulang (Y_t) dalam bentuk Logaritma

$$Y_T = \bar{Y} + K \cdot S_y \dots\dots\dots (2.17)$$

Kemudian, transformasikan kembali ke bentuk aslinya :

$$Y_T = 10^{Y_T}$$

2.8.2 Uji Kecocokan Chi – Kuadrat (*Chi- Square*)

Uji kecocokan Chi-kuadrat adalah uji statistic yang digunakan untuk menentukan apakah suatu set data observasi sesuai dengan distribusi teoritis yang digarapkan . dalam konteks hidrologi, uji ini sering digunakan untuk mengevaluasi kecocokan data curah hujan atau aliran sungai dengan berbagai distribusi probabilitas seperti, normal, log normal, Gumbel, atau log pearson type III. Uji chi kuadrat membandingkan frekuensi yang diamati dalam data sampel

dengan frekuensi yang diharapkan berdasarkan distribusi teoritis. Hasil perbandingan ini dinyatakan dalam bentuk statistic chi-kuadrat (χ^2), yang kemudian dibandingkan dengan nilai kritis dari tabel chi kuadrat untuk menentukan apakah perbedaan antara data observasi dan distribusi teoritis adalah signifikan atau tidak.(soewarno, 1995, dalam sudarmin,2017)

Tabel 2. 7 Nilai Dkritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat

DK	Derajat Kepercayaan (a)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,869
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,438	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,275	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,901
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,487	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,663	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,140	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,641	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,620	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,636	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928

DK	Derajat Kepercayaan (a)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
26	11,160	12,198	13,884	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	42,194	46,963	49,645
28	12,416	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	42,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Suripin, 2004

2.8.3 Uji Kecocokan Smirnov –Kolmogorof

Dari hasil perhitungan distribusi Probabilitas ,akan di uji kembali dengan menggunakan metode Smirnov- Kalmogorov, dengan ke 4 metode , yaitu normal, log normal, gumbel, log pearson III, data yang lolos dari uji dengan chi kuadrat dan Smirnov-kalmogorof akan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana.

Berikut panduan untuk menentukan ketentuan nilai uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel 2. 8 Tabel Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorof

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$N > 50$	$\frac{107}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Suripin, 2004

2.9 Data Debit Rencana

Debit rencana ini di gunakan pada saat proses analisa genangan saluran baik saluran alami maupun saluran buatan, debit rencana yang sudah di olah akan

langsung di gunakan untuk proses analisa genangan. Sebelum masuk ke dalam tahap analisa genangan harus memlalui beberapa tahap perhitungan mulai dari tahap uji Metode Rational, Weduwen, Haspers.

Berikut Perhitungan Debit Rencana menggunakan 3 Metode untuk Proses Analiss Genangan Menggunakan Aplikasi Hec – Ras, yaitu Metode Rational . Metode Weduwen , Metode Haspers.

2.9.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional

Pengertian Debit Air Secara umum, debit erat kaitannya dengan ilmu hidrologi dan merupakan sejumlah besar dari volume air yang mengalir termasuk sedimen padatan (pasir), mineral terlarut (magnesium klorida), dan bahan biologis lainnya seperti alga secara bersama – sama mengalir melalui luas penampang melintang tertentu. Sedangkan debit air dapat diartikan sebagai ukuran dari banyaknya volume air yang mampu melewati suatu tempat ataupun yang dapat ditampung di dalam sebuah tempat per satuan waktu. Ternyata istilah debit tidak hanya berhubungan dengan air saja, namun juga dapat ditemukan di bidang lain seperti aliran gas.

Untuk debit air drainase sendiri merupakan tinggi permukaan air drainase yang diukur dengan menggunakan alat ukur khusus permukaan air Drainase. Pengukuran dapat dilakukan setiap hari, terutama saat musim hujan tiba, sebab saat itu biasanya debit air drainase akan meningkat jika dibandingkan pada hari biasa.

$$Q = 0,278 \times C \times A \times I \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

Q = Debit banjir rencana

A = Luas daerah pengaliran

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi

C = Koefisien pengakiran

2.9.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Weduwen

Metode Weduwen adalah metode empiris yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan dan luas area daerah aliran sungai (DAS). Metode ini dikembangkan oleh Van Der Weduwen di Indonesia dan banyak digunakan untuk perencanaan hidrologi, khususnya di daerah tropis dengan data terbatas.

Metode ini termasuk metode rasional modifikasi, yang memperkirakan debit Maximum berdasarkan intensitas hujan dan factor kondisi wilayah.

$$Q = \frac{C.H.A.10^6}{1000.3600} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

Q = Debit Puncak Banjir (m³/Detik)

C = Koefisien Weduwen (Nilai Empiris tergantung kondisi DAS)

H = Curah Hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

A = Luas Area DAS (km²)

10⁶ = Konversi dari km² ke m²

1000 = Konversi dari mm ke m

3600 = Konversi detik ke satu jam

2.9.3 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Haspers

Merode Haspers adalah salah satu metode empiris yang digunakan untuk memperkirakan debit puncak banjir berdasarkan data curah hujan maksimum dan karakteristik wilayah (DAS). Metode ini dikembangkan oleh haspers, seorang ahli hidrologi belanda, dan sering digunakan di Indonesia terutama untuk wilayah tropis yang memiliki keterbatasan data hidrologi.

Metode ini sangat sederhana dan cepat digunakan, terutama untuk perhitungan awal dalam perencanaan hidrologi , seperti desain saluran, bending, atau pengendali banjir.

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot H \cdot A \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimanan :

Q = Debit Puncak Banjir (m³/detik)

C = Koefisien Limpasan (Menyesuaikan jenis tutupan lahan)

H = Curah Hujan Maksimum dalam 24 jam (mm)

A = Luas DAS (km²)

0,278 = Konstanta Konversi (Hasil Dari Konversi mm dan km²/detik)

2.10 Survei Kondisi Eksisting Sungai Desa Air Putih

Survei kondisi eksisting sungai di Desa Air Putih dilakukan untuk mengetahui bentuk fisik dan karakteristik saluran sungai secara langsung di lapangan. Tujuan dari survei ini adalah untuk memperoleh data topografi melintang sungai (cross section), kondisi tebing, dasar sungai, serta infrastruktur yang berada di sekitar alur sungai. Salah satu alat utama yang digunakan dalam survei ini adalah alat waterpas (leveling set), yang berfungsi untuk mengukur perbedaan elevasi antar titik, baik pada permukaan air, dasar sungai, maupun pada area sekitar bantaran sungai.

Pengukuran dilakukan dengan metode leveling, yaitu menggunakan alat waterpas dan rambu ukur untuk mendapatkan data ketinggian relatif terhadap titik referensi (BM/Benchmark). Titik-titik pengukuran diambil pada bagian tepi kiri, dasar sungai, dan tepi kanan pada beberapa penampang sungai yang dianggap mewakili kondisi eksisting. Hasil pengukuran ini kemudian diolah untuk menghasilkan profil melintang sungai yang menjadi salah satu input penting dalam pembuatan geometri saluran pada pemodelan HEC-RAS.

Selain pengukuran elevasi, survei ini juga mencatat lebar sungai, kedalaman air saat pengukuran, serta kondisi fisik lainnya seperti sedimentasi, kondisi dinding sungai (alami atau buatan), serta vegetasi di sekitar saluran. Dengan adanya data hasil survei menggunakan alat waterpas, diperoleh gambaran yang akurat mengenai bentuk dan kapasitas sungai dalam menampung debit aliran. Informasi ini sangat penting untuk digunakan dalam pembuatan model

hidraulik guna menganalisis sebaran genangan banjir dan potensi luapan pada debit banjir rencana.

2.11 Global Positioning System (GPS)

Dalam kegiatan pemetaan genangan banjir di Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis, salah satu perangkat yang digunakan adalah alat survei Global Positioning System (GPS). Penggunaan GPS bertujuan untuk memperoleh data koordinat geografis dan elevasi pada titik-titik penting di lapangan, seperti tepi sungai, infrastruktur, jalan, serta area yang sering terdampak banjir. Data ini sangat penting dalam mendukung pemodelan banjir dengan perangkat lunak HEC-RAS, khususnya untuk keperluan validasi dan kalibrasi model hidraulik. Selain itu, data koordinat dari GPS juga digunakan untuk menentukan letak boundary condition (batas masuk dan keluar aliran) serta mendukung proses pembuatan Digital Elevation Model (DEM) yang lebih akurat.

Tujuan Penggunaan Alat Global Positioning System (GPS) Pada Survei Pemetaan Banjir di Desa Air Putih adalah :

2.11.1 Mengambil koordinat geografis

Salah satu fungsi utama dari penggunaan alat GPS dalam kegiatan survei lapangan adalah untuk mengambil koordinat geografis dari titik-titik penting yang berkaitan dengan wilayah rawan banjir. Titik-titik tersebut antara lain meliputi tepi sungai, infrastruktur vital seperti jalan dan bangunan, serta batas maksimum genangan banjir yang diamati di lapangan. Informasi koordinat ini digunakan sebagai referensi spasial dalam pembuatan model digital elevasi (DEM) dan pemetaan sebaran genangan pada simulasi HEC-RAS. Dengan mengetahui letak pasti dari titik-titik tersebut, model pemetaan banjir dapat lebih menggambarkan kondisi nyata di lapangan, sehingga hasil simulasi menjadi lebih akurat dan dapat diandalkan untuk keperluan analisis serta pengambilan keputusan mitigasi bencana.

2.11.2 Kalibrasi dan validasi model hidraulik dengan data titik kontrol elevasi

Selain untuk pemetaan lokasi, data hasil pengukuran GPS juga berperan penting dalam proses kalibrasi dan validasi model hidraulik yang dibuat dengan perangkat lunak HEC-RAS. Titik-titik yang diukur menggunakan GPS memberikan informasi elevasi aktual di lapangan, yang kemudian dibandingkan dengan data elevasi dari model digital (DEM) yang digunakan dalam simulasi. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana model mendekati kondisi nyata. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, maka model dapat dikalibrasi ulang dengan menyesuaikan parameter elevasi atau kekasaran aliran agar lebih akurat. Dengan demikian, data titik kontrol elevasi hasil pengukuran GPS sangat penting untuk memastikan bahwa hasil simulasi genangan banjir benar-benar representatif terhadap kondisi eksisting, sehingga meningkatkan tingkat kepercayaan terhadap hasil analisis yang dilakukan.

2.11.3 Menentukan posisi titik input boundary

Dalam pemodelan hidraulik dua dimensi menggunakan HEC-RAS 2D, diperlukan penentuan lokasi yang tepat untuk input *boundary condition*, baik pada sisi hulu (*inflow*) maupun hilir (*outflow*) dari area studi. Data hasil pengukuran GPS dimanfaatkan untuk menentukan secara akurat posisi titik-titik tersebut di lapangan. Titik input *inflow* biasanya berada di lokasi masuknya debit banjir rencana ke dalam area simulasi, sementara titik *outflow* diletakkan di bagian keluar aliran, seperti ke arah laut atau sungai besar. Koordinat yang diperoleh dari GPS memastikan bahwa posisi *inflow* dan *outflow* pada model sesuai dengan kondisi geografis sebenarnya, sehingga aliran yang disimulasikan di dalam model mengikuti arah dan kontur medan secara realistis. Penempatan *boundary condition* yang tepat sangat penting untuk menghasilkan pola aliran dan sebaran genangan yang akurat dalam simulasi HEC-RAS 2D.

Dengan memanfaatkan data hasil pengukuran GPS dan debit banjir rencana tersebut, pemodelan genangan banjir dapat dilakukan secara lebih akurat. Hasil pemodelan akan menunjukkan sebaran dan luasan genangan di wilayah studi, sehingga dapat memberikan gambaran risiko banjir serta menjadi bahan

pertimbangan dalam perencanaan mitigasi bencana di Desa Air Putih dan sekitarnya.

2.12 Digital Elevation Model (DEM)

Digital Elevation Model (DEM) adalah representasi digital dari geometri permukaan bumi, yang dihasilkan dari kombinasi titik-titik koordinat yang diambil dari sampel permukaan tanah. Data ini kemudian diolah menggunakan algoritma khusus untuk menggambarkan kontur dan bentuk permukaan bumi (Moore, Grayson, dan Ladson, 1991).

DEM dapat disajikan dalam berbagai format, seperti data raster, vektor, atau bentuk lainnya, dengan visualisasi yang didukung teknologi grafis dan virtual reality. Visualisasi ini menyediakan informasi tentang ketinggian dan kemiringan suatu area, sehingga DEM memiliki berbagai aplikasi dalam bidang kebencanaan, seperti pembuatan peta kerawanan bencana banjir dan tanah longsor.

2.12.1 Data DEM

Data Digital Elevation Model (DEM) dapat diperoleh melalui beberapa metode, yaitu:

1. Teknik Fotogrametri, yang menggunakan analisis foto udara untuk menghasilkan data elevasi.
2. Citra Satelit Stereo, yang menggunakan citra satelit untuk menghasilkan data elevasi dengan teknik stereoskopi.
3. Pengukuran Lapangan, yang menggunakan alat seperti GPS, Theodolite, EDM, Total Station, atau Echosounder untuk mengukur elevasi secara langsung.
4. Peta Topografi, yang menggunakan peta topografi yang sudah ada untuk menghasilkan data elevasi.

2.12.2 Hasil DEM

Hasil Digital Elevation Model (DEM) dapat berupa tiga bentuk utama, yaitu:

1. Titik: Menunjukkan titik-titik tinggi tertentu pada permukaan bumi.

2. Garis: Digunakan untuk menggambarkan kontur dan bentuk permukaan bumi.
3. Penyiaman (Scan): Hasil dari teknologi LiDAR (Light Detection and Ranging), yang memberikan informasi detail tentang topografi permukaan bumi.

Dengan kemampuan ini, DEM menjadi alat yang sangat penting untuk berbagai aplikasi, seperti analisis spasial, perencanaan wilayah, dan mitigasi bencana. DEM memberikan wawasan mendalam tentang karakteristik permukaan bumi, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efektif.

2.13 Kekerasan Manning Untuk Saluran

Nilai kekasaran Manning (n) merupakan salah satu parameter penting dalam analisis aliran pada saluran terbuka, seperti sungai, karena menunjukkan tingkat kekasaran permukaan dasar dan dinding saluran yang memengaruhi kecepatan aliran air. Nilai ini digunakan dalam persamaan Manning untuk menghitung debit atau kecepatan aliran berdasarkan bentuk penampang, kemiringan dasar, dan kondisi permukaan aliran.

Berikut tabel kekerasan manning yang bias di pakai untuk wilayah bengkalis tepatnya di desa Air Putih:

Tabel 2. 9 Tabel Nilai Kekerasan Manning

Saluran	Keterangan	Manning n
Tanah	Lurus, Baru, Seragam, Landai Dan Bersih	0.016 – 0.033
	Berkelok, Landai, Dan Berumput	0.023 – 0.040
	Tidak Terawat Dan Kotor	0.050 – 0.140
	Tanah Berbatu, Kasar Dan Tidak Teratur	0.035 – 0.045
Pasangan	Batu Kosong	0.023 – 0.035
	Pasangan Batu Belah	0.017 – 0.030
Beton	Halus, Sambungan Baik dan Rata	0.014 – 0.018
	Kurang Halus Dan Sambungan Kurang Rata	0.018 – 0.030

Sumber : Suripin, 2004

Dalam aplikasi HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), nilai kekasaran Manning menjadi salah satu input utama dalam

simulasi aliran satu dimensi (1D) maupun dua dimensi (2D). Koefisien ini digunakan dalam persamaan aliran energi dan momentum, khususnya dalam perhitungan kecepatan aliran dan tinggi muka air pada setiap segmen sungai.

Pemilihan nilai Manning yang tepat sangat penting karena secara langsung memengaruhi hasil simulasi, seperti luas genangan, tinggi muka air, dan kecepatan arus. Nilai yang terlalu kecil dapat menyebabkan aliran tampak lebih cepat dan genangan terlihat lebih kecil dari kondisi sebenarnya, sedangkan nilai yang terlalu besar bisa memperkirakan banjir yang berlebihan.

2.14 Program HEC-RAS

Program HEC-RAS adalah sebuah paket perangkat lunak yang dikembangkan oleh American Society of Civil Engineers (ASCE). Program ini menggunakan langkah-langkah standar sebagai dasar perhitungannya dan dapat digunakan untuk menghitung berbagai jenis aliran, termasuk aliran tunak, aliran berubah lambat, dan aliran kritis serta superkritis. Program HEC-RAS juga dapat digunakan untuk menghitung profil muka air di sepanjang ruas sungai. Data masukan yang diperlukan untuk program ini meliputi data penampang sungai, profil memanjang sungai, parameter hidraulik sungai, parameter konstruksi sungai, debit, dan tinggi muka air di muara.

HEC-RAS merupakan aplikasi yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan salah satu divisi dari Institute for Water Resources (IWR) dibawah US Army Corps of Engineer (USACE) yang digunakan untuk memodelkan aliran di sungai. HEC-RAS adalah model dua dimensi aliran tetap maupun tidak tetap.

Pada program ini diperlukan data penampang melintang maupun memanjang sungai dan data debit banjir rancangan hasil perhitungan. Data yang ada akan dimasukkan ke dalam program dan akan menghasilkan keluaran hasil berupa sifat dan karakteristik saluran yang meliputi elevasi muka air, muka air kritis, kecepatan, luas daerah aliran dan bilangan Fraude.

Secara umum, program HEC-RAS dapat digunakan dalam menghitung aliran tunak berubah perlahan dengan penampang saluran prisma atau non-

prismatik, baik untuk aliran subkritis maupun superkritis. Selain itu HEC-RAS juga dapat digunakan untuk menghitung saluran gabungan dan menghitung profil muka air dengan data yang sudah diolah sebelumnya dengan kriteria yang ada. Program HEC-RAS dianjurkan dalam analisa jaringan sungai maupun analisa jaringan drainase. Pada HEC-RAS terdapat tiga komponen analisa hidrolika, diantaranya :

1. Perhitungan profil muka air steady flow
2. Simulasi aliran unsteady flow

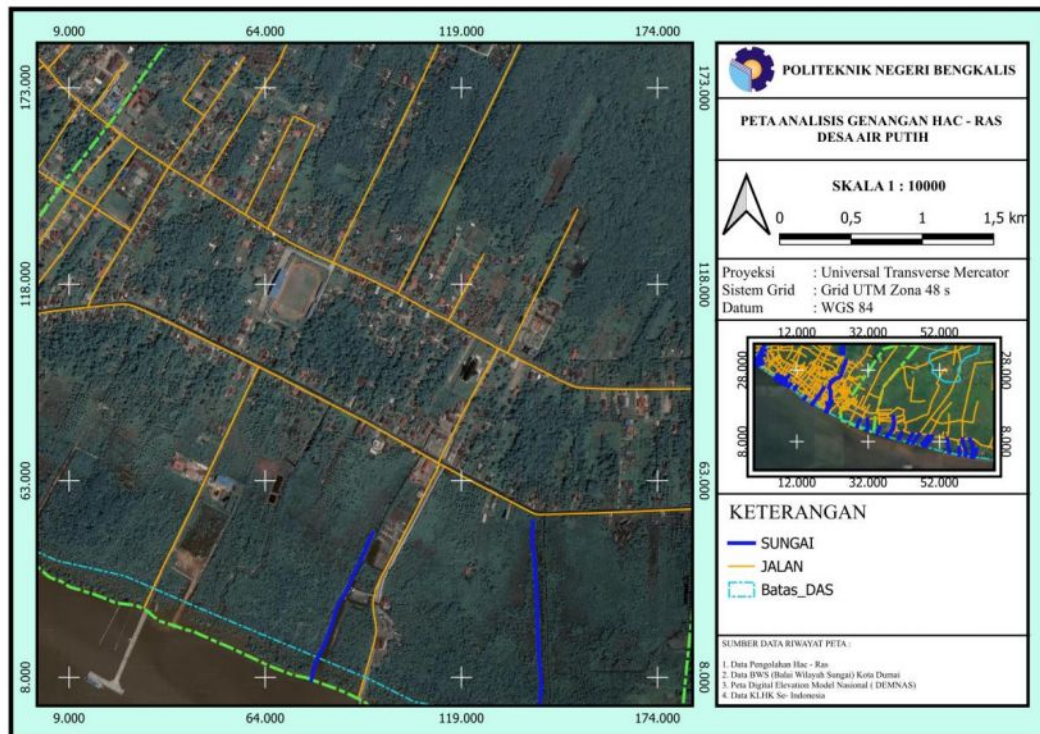
Komponen-komponen ini menghitung profil ketinggian air secara iteratif dari data yang telah diolah sesuai kriteria standar perangkat lunak. Keluaran program mencakup grafik atau tabel, seperti pola aliran, penampang, kurva evaluasi, hidrodinamika (level hidraulik dan debit), serta variabel hidraulik lainnya. Selain itu, dapat menampilkan model saluran sungai 3D beserta alirannya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, lokasi yang dipilih adalah Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis yang memiliki luas wilayah $19 \text{ km}^2/01^{\circ}22'03,6'' \text{ LU} 102^{\circ}08'56',0'' \text{ BT}$. Desa Air Putih merupakan salah satu Desa dari Kecamatan Bengkalis yang mengalami Banjir. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada kondisi drainase jalan di desa tersebut, yang dianggap memiliki permasalahan signifikan dalam mengelola aliran air hujan dan pasang ROB. Sehingga Desa Air Putih tersebut sering mengalami Banjir di beberapa desa, salah satu Desa adalah Desa Air Putih. Lokasi ini menjadi penting karena mencerminkan situasi aktual yang membutuhkan solusi perencanaan drainase jalan yang efektif dan berkelanjutan



Penelitian ini difokuskan pada saluran drainase dikawasan Desa Air Putih, Kondisi ini menjadikan Desa Air Putih salah satu Area yang Terdampak Banjir, sebagai lokasi yang tepat untuk dilakukan penelitian, dengan tujuan menemukan solusi teknis yang mampu mengatasi permasalahan drainase dan meminimalkan risiko banjir di masa depan

3.2 Tahapan Penelitian

Tahap persiapan merupakan langkah awal yang sangat penting dalam sebuah penelitian. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan literatur dan referensi yang menjadi landasan teori dan sebagai acuan pelaksanaan penelitian. Tahap persiapan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya, sehingga dapat dijadikan sebagai tahapan penelitian yang sistematis dan terstruktur.

3.2.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung dari sumbernya, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada, seperti literatur, jurnal, dan lain-lain. Berikut Pengumpulan Data Primer Dan Sekunder untuk Desa Air Putih

3.2.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survey langsung dilapangan. Peninjauan langsung dilapangan dilakukan dengan beberapa identifikasi pengamatan. Berikut data primer yang di ambil di lapangan :

1. Survey Cross Section Drainase di Lapangan
2. Survey elevasi drainase
3. Data Pasang Surut

3.2.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang di peroleh dengan mencari informasi secara ilmiah pada instansi maupun lembaga yang terkait dengan rencana penanganan banjir. Pada perencanaan saluran drainase Desa Air Putih ini memerlukan data sebagai berikut :

- a. Data Geometri Sungai
- b. Data Wilayah Kabupaten Bengkalis
- c. Data curah hujan
- d. Studi pustaka yang berkaitan dengan analisis kapasitas saluran drainase

3.3 Analisis Data

Dari data data yang didapatkan kemudian dilakukan analisis kapasitas saluran drainase, Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis, analisis dilakukan dari segi hidrologi dan Hidraulika

3.3.1 Hidrologi

adalah perhitungan curah hujan maksimum harian, setelah itu dilakukan analisis frekuensi dengan metode distribusi Normal, Log Normal, Gumbel , Log Pearson Type III . Kemudian dilakukan uji Kecocokan dengan menggunakan Uji Chi-kuadrat, uji Smirnov Kalmogorof. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa volume debit rencana. Dan kemudian di lakukan perhitungan debit rencana dengan menggunakan Metode Rasional untuk mendapatkan Debit rencana. Dan Kemudian data Debit tadi di masukan ke dalam aplikasi HEC-RAS 6.6.

3.3.2 Hidraulika

Untuk melakukan analisis Daerah Aliran Sungai (DAS) Saluran di Desa Air Putih, penulis menggunakan program HEC-RAS. Program ini digunakan untuk melakukan analisis hidraulika, yang memungkinkan pemodelan penampang sungai, kenaikan muka air, dan debit yang dihasilkan. Dengan demikian, program HEC-RAS dapat membantu dalam memahami karakteristik hidraulika DAS Saluran Desa Air Putih.

Jika dari hasil evaluasi di ketahui bahwa saluran drainase eksisting tersebut tidak mampu menampung volume debit air rencana yang terjadi, maka dilakukan *re-design* saluran drainase agar mampu menampung volume debit rencana yang ada.

3.4 Alat dan Bahan

Berikut beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam proses pengumpulan data di Daerah Penelitian, Studi Kasus Desa Air Putih:

3.4.1 Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam melakukan penelitian ini, diperlukan alat yang digunakan untuk menunjang pengambilan data, pengolahan atau proses selama penyusunan Tugas Akhir. Adapun alat-alat yang digunakan yaitu :

1. *Microsoft Office 2019*
2. *AutoCAD Civil 3D 2021*
3. *Google Chrome*
4. *Google Earth Pro*
5. *HEC-RAS 6.6*
6. *ArcMap 10.8*
7. *Global Mapper 19*
8. *Qgis 3.36.2*

3.4.2 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini meliputi:

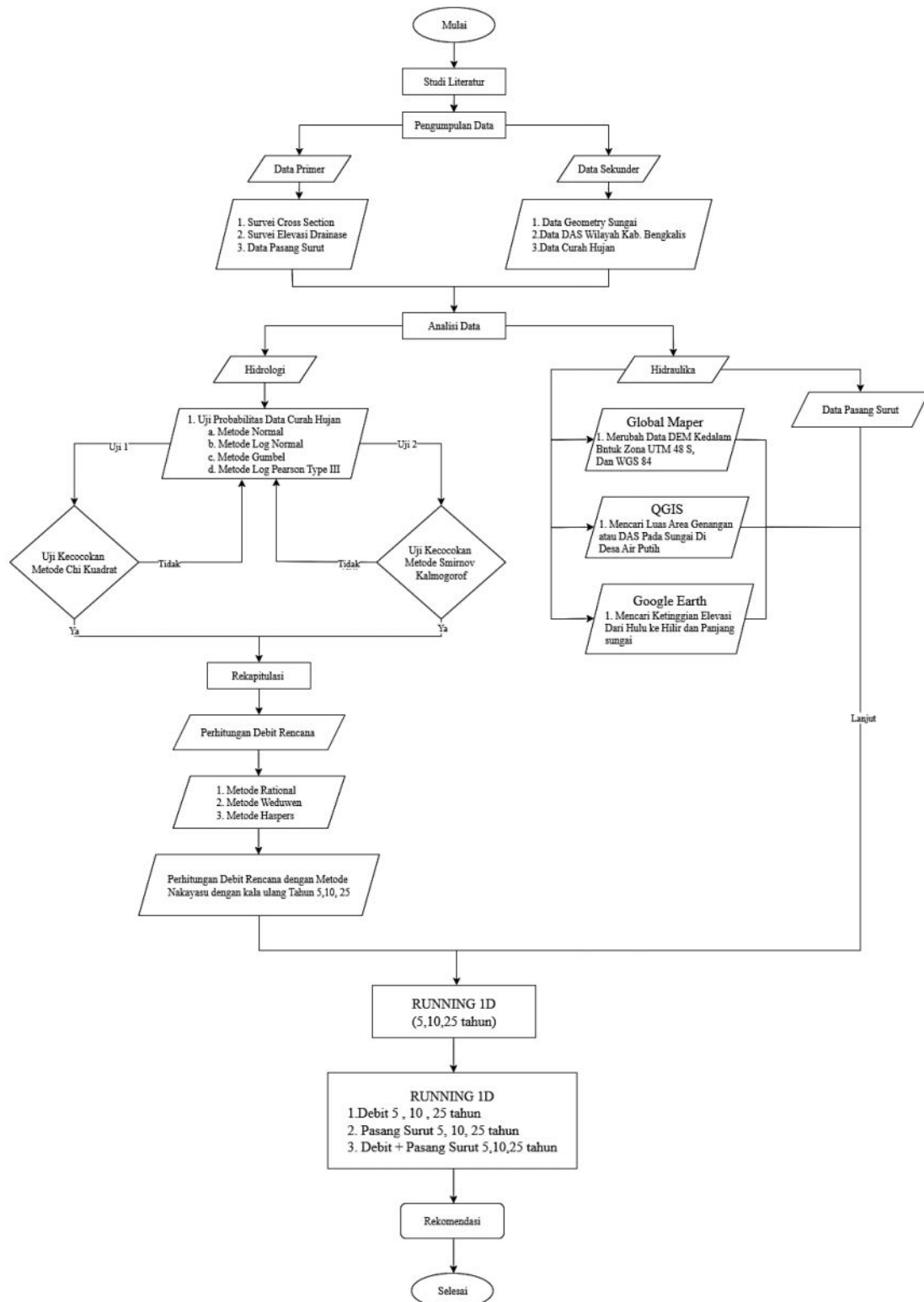
Tabel 3. 1 Alat Pengujian

NO	NAMA ALAT	GAMBAR ALAT	KETERANGAN
1	Kompas		Alat ini diperlukan untuk menyeting set 0 alat kearah utara ketika awal pengaturan alat.di lakukan pada saat survey

NO	NAMA ALAT	GAMBAR ALAT	KETERANGAN
2	Meteran		Alat ini digunakan untuk pengukuran panjang drainase yang akan di teliti di wilayah desa Air Putih, selain itu alat ini digunakan untuk mengukur lebar drainase di desa Air Putih
3	Total Station		Alat ini digunakan untuk pengambilan data Cros Section dan Long Section dilapangan, dan data Profil Penampang Melintang.
4	Tripod		Alat ini digunakan untuk alas pengukuran Total Station / kaki dari alat Total Station agar kedudukan nya aman dan tidak goyang
5	Payung		Alat ini digunakan untuk melindungi Total Station dari hujan dan panas matahari agar alat tersebut tidak rusak saat proses penelitian
7	Unting – Unting		Alat ini digunakan dalam proses pengukuran untuk memastikan atau mengatur ketegakan suatu benda atau bidang agar sesuai dengan posisi patok yang telah ditetapkan
8	Cat semprot		Cat semprot ini digunakan untuk memberi tanda patok agar mudah terlihat pada saat pengambilan data

Sumber : Dokumentasi alat, 2025

3.5 Diagram Alir



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan salah satu komponen penting dalam pengelolaan sumber daya air. Dengan memahami pola curah hujan di suatu wilayah, kita dapat mengidentifikasi potensi bencana hidrologi seperti banjir atau kekeringan, serta mengembangkan strategi pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif.

Berikut adalah data curah hujan Kabupaten Bengkulu selama 10 tahun terakhir:

Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Kab.Bengkalis

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2014	174,9
2015	62,2
2016	90,3
2017	145,1
2018	127,1
2019	60,8
2020	97,1
2021	82,7
2022	92,5
2023	88,3
N = 10 tahun	1021

Sumber : Stasiun Kab. Bengkulu

4.2 Uji Probabilitas Data Curah Hujan

Uji probabilitas data curah hujan merupakan langkah penting dalam analisis hidrologi untuk memahami karakteristik data dan menentukan metode analisis yang tepat. Terdapat empat metode yang umum digunakan dalam uji probabilitas data curah hujan, yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III. Dengan menggunakan metode-metode tersebut, kita dapat

memahami pola dan distribusi data curah hujan, serta menentukan metode analisis yang tepat untuk digunakan dalam analisis hidrologi lebih lanjut.

Berikut adalah hasil perhitungan debit rencana menggunakan keempat metode pada kala ulang 5, 10 tahun untuk masing-masing metode.

4.2.1 Metode Normal

Setelah dilakukan perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Normal, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Tabel Uji Probabilitas metode Normal

METODE NORMAL				
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	XI - XRT	(XO-XRT)^2
1	2014	174,9	72,80	5299,84
2	2015	62,2	-39,90	1592,01
3	2016	90,3	-11,80	139,24
4	2017	145,1	43,00	1849,00
5	2018	127,1	25,00	625,00
6	2019	60,8	-41,30	1705,69
7	2020	97,1	-5,00	25,00
8	2021	82,7	-19,40	376,36
9	2022	92,5	-9,60	92,16
10	2023	88,3	-13,80	190,44
JUMLAH		1021		11894,74
Xrt		102,10		
SD		36,35		

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Berikut ini merupakan hasil perhitungan probabilitas curah hujan untuk Metode Normal periode ulang 5, 10 tahun:

Tabel 4. 3 Tabel Periode ulang , Metode Normal

No	Periode Ulang	Xrt	Kt	S	XT
1	5	102,10	0,84	36,35	132,64
2	10	102,10	1,28	36,35	148,63

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.2.2 Metode Log Normal

Berdasarkan hasil perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log-Normal, diperoleh nilai curah hujan rencana sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Normal

Metode Log Normal					
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Log Xi	Log Xi - Log xrt	(Log Xi - Log Xtr)^2
1	2014	174,9	2,24	0,26	0,066
2	2015	62,2	1,79	-0,19	0,037
3	2016	90,3	1,96	-0,03	0,001
4	2017	145,1	2,16	0,18	0,031
5	2018	127,1	2,10	0,12	0,014
6	2019	60,8	1,78	-0,20	0,041
7	2020	97,1	1,99	0,00	0,000
8	2021	82,7	1,92	-0,07	0,005
9	2022	92,5	1,97	-0,02	0,000
10	2023	88,3	1,95	-0,04	0,002
JUMLAH			19,86		0,20
LOG Xrt			1,99		
S Log X			0,15		

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Dari Hasil perhitungan curah hujan rencana berdasarkan analisis probabilitas untuk periode ulang 5, 10 tahun Untuk Desa Air Putih adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Tabel Periode ulang , Metode Log Normal

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xr	Xt
1	5	1,99	0,84	0,15	2,11	128,79
2	10	1,99	1,28	0,15	2,17	149,57

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.2.3 Metode Gumbel

Berdasarkan perhitungan uji probabilitas curah hujan dengan menggunakan Metode Gumbel, diperoleh curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Tabel Uji Probabilitas Metode Gumbel

Metode Gumbel				
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Xi-Xrt	(Xi-Xrt)^2
1	2014	174,9	138,55	19194,90

Metode Gumbel				
NO	TAHUN	HUJAN	Xi-Xrt	(Xi-Xrt)^2
2	2015	62,2	25,85	668,00
3	2016	90,3	53,95	2910,13
4	2017	145,1	108,75	11825,62
5	2018	127,1	90,75	8234,78
6	2019	60,8	24,45	597,59
7	2020	97,1	60,75	3690,04
8	2021	82,7	46,35	2147,92
9	2022	92,5	56,15	3152,34
10	2023	88,3	51,95	2698,35
JUMLAH		1021,00		55119,66
LOG Xrt		102,10		
SX		36,35		

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Berikut adalah hasil perhitungan Dari Data curah hujan berdasarkan analisis probabilitas untuk periode ulang 5, 10 tahun Desa Air Putih :

Tabel 4. 7 Tabel Periode ulang , Metode Gumbel

No	Periode Ulang	Xrt	Yt	Yn	Sn	Kt	Sx	Nt
1	5	102,10	1,4999	0,4952	0,9497	1,0579	36,35	140,56
2	10	102,10	2,2504	0,4952	0,9497	1,8482	36,35	169,29

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.2.4 Metode Log Pearson Type III

Berdasarkan hasil perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log Pearson Type III, diperoleh nilai curah hujan rencana untuk masing-masing periode ulang sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Pearson Type III

No	Tahun	Hujan Harian	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt)^2	(Log Xi – Log Xrt)^3
1	2014	174,9	2,24	0,26	0,07	0,02
2	2015	62,2	1,79	-0,19	0,04	-0,01
3	2016	90,3	1,96	-0,03	0,00	0,00
4	2017	145,1	2,16	0,18	0,03	0,01
5	2018	127,1	2,10	0,12	0,01	0,00

No	Tahun	Hujan Harian	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt) ²	(Log Xi – Log Xrt) ³
6	2019	60,8	1,78	-0,20	0,04	-0,01
7	2020	97,1	1,99	0,00	0,00	0,00
8	2021	82,7	1,92	-0,07	0,00	0,00
9	2022	92,5	1,97	-0,02	0,00	0,00
10	2023	88,3	1,95	-0,04	0,00	0,00
Jumlah			19,86		0,20	0,0083
Log Xrt			1,99			
S Log X			0,15			

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Berikut ini merupakan hasil perhitungan probabilitas curah hujan untuk periode ulang 5, 10 tahun:

Tabel 4. 9 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Pearson Type III

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xr	Xt
1	5	1,99	0,84	0,15	2,11	128,79
2	10	1,99	1,28	0,15	2,17	149,57

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.3 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (*Chi-square*)

Uji Chi-Kuadrat (Chi-Square) digunakan untuk mengetahui tingkat kecocokan antara data distribusi frekuensi hasil observasi dengan distribusi frekuensi hasil perhitungan dari model distribusi probabilitas tertentu. Uji ini dilakukan untuk memastikan apakah model distribusi yang digunakan, seperti Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III, sesuai dengan data curah hujan yang dianalisis.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari analisis uji kecocokan Chi-Kuadrat terhadap keempat metode distribusi, yaitu Metode Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III:

4.3.1 Analisa Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (Chi-Square)

Tabel 4. 10 Tabel Nilai X2 Gumbel

Gumbel					
Kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 140,561	2	2	0	0,00
2	108.857 - 140,561	2	1	-1	0,50
3	86,490 - 108.857	2	4	2	2,00
4	64,927- 86,490	2	3	1	0,50
5	< 64,927	2	0	-2	2,00
Σ		10	10		5,00

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Tabel 4. 11 Tabel Nilai X2 Normal

Normal					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 132,638	2	2	0	0,00
2	111,189 - 132,638	2	1	-1	0,50
3	93,011 - 111,189	2	1	-1	0,50
4	71,562 - 93,011	2	4	2	2,00
5	< 71,562	2	2	0	0,00
Σ		10	10		3,00

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Tabel 4. 12 Tabel Nilai X2 Log Normal

Log Normal					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 128,793	2	2	0	0,00
2	105,387- 128,793	2	1	-1	0,50
3	88,915- 105,387	2	3	1	0,50
4	72,756 - 88,915	2	2	0	0,00
5	< 72,756	2	2	0	0,00
Σ		10	10		1,00

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Tabel 4. 13 Tabel Nilai X2 Log Pearson Type III

Log Pearson Type III					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 152,722	2	3	1	0,50

Log Pearson Type III					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
2	97,098 - 152,722	2	1	-1	0,50
3	82,929- 97,098	2	3	1	0,50
4	72,411 - 82,929-	2	1	-1	0,50
5	< 72,411	2	2	-1	0,00
Σ		10	10		2,00

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.3.2 Kesimpulan

Nilai χ^2 kritis dengan Jumlah data (n) =10, α = 5% dan DK = 2 adalah 5,991, nilai panduan ini atau nilai acuan ini di dapat dari tabel (2.7 Nilai Dkritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat)

Tabel 4. 14 Perbandingan χ^2 Dengan χ^2_{cr}

Uji Chi – Kuadrat				
Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Chi Kuadrat Hitung (χ^2)	5,00	3,00	1,00	2,00
Chi Kuadrat Kritis (χ^2_{cr})	5,991	5,991	5,991	5,991
Hipotesa	TERIMA	TERIMA	TERIMA	TERIMA

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Jika nilai dari χ^2 lebih rendah dari nilai χ^2_{cr} maka hasil nya dapat di terima, semakin kecil nilai dari χ^2 maka semakin kecil juga tingkat kesalahan dalam menghitung debit yang akan datang.

4.4 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang diamati mengikuti salah satu dari distribusi probabilitas yang dianalisis, seperti Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III.

4.4.1 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Normal

Perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov berikut dilakukan menggunakan distribusi Normal untuk menilai kesesuaian antara data curah hujan empiris dengan distribusi teoritisnya. Hasil perhitungannya disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Uji Smirnov-Kolmogorof Normal

NORMAL						
i	Xi (dari besar ke kecil)	P (Xi)	f(t)	luas dibawah kurva	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7 = 6-3
1	174,9	0,09	2,00	0,9798	0,0202	0,071
2	145,1	0,18	1,18	0,8508	0,1492	0,033
3	127,1	0,27	0,69	0,8389	0,1611	0,112
4	97,1	0,36	-0,14	0,3936	0,6064	0,243
5	92,5	0,45	-0,26	0,3264	0,6736	0,219
6	90,3	0,55	-0,32	0,3264	0,6736	0,128
7	88,3	0,64	-0,38	0,2981	0,7019	0,066
8	82,7	0,73	-0,53	0,2981	0,7019	0,025
9	62,2	0,82	-1,10	0,1788	0,8212	0,003
10	60,8	0,91	-1,14	0,1788	0,8212	0,088
JUMLAH	1021,00					
Xrt	102,10					
S	36,35					
Max						0,243

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.4.2 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Normal

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov menggunakan Metode Log Normal:

Tabel 4. 16 Uji Smirnov-Kolmogorof Log Normal

Log Normal							
i	Xi (dari besar ke kecil)	Log Xi	P (Xi)	f (t)	luas dibawah kurva	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8 = 7-4
1	174,9	2,24	0,09	1,74	0,9664	0,03	0,06
2	145,1	2,16	0,18	1,19	0,8729	0,13	0,05
3	127,1	2,10	0,27	0,80	0,8643	0,14	0,14
4	97,1	1,99	0,36	0,01	0,4443	0,56	0,19
5	92,5	1,97	0,45	-0,13	0,3483	0,65	0,20
6	90,3	1,96	0,55	-0,20	0,3483	0,65	0,11
7	88,3	1,95	0,64	-0,27	0,3121	0,69	0,05
8	82,7	1,92	0,73	-0,46	0,3121	0,69	0,04

Log Normal							
i	Xi (dari besar ke kecil)	Log Xi	P (Xi)	f (t)	luas dibawah kurva	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8 = 7-4
9	62,2	1,79	0,82	-1,30	0,1379	0,86	0,04
10	60,8	1,78	0,91	-1,37	0,1379	0,86	0,05
JUMLAH	1021,00						
Log Xrt	1,99						
S Log X	0,15						
Max							0,20

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.4.3 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Gumbel

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov menggunakan Metode Gumbel:

Tabel 4. 17 Uji Smirnov-Kolmogorof Gumbel

Tabel perhitungan uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnof Kalmogorof									
No	Ranking	P (Xi)	f (t)	Yn	Sn	Yt	T	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 = 9-3
1	174,9	11,000	2,00	0,4952	0,949	2,397	11,5	0,086	10,913
2	145,1	5,500	1,18	0,4952	0,949	1,619	5,565	0,179	5,3203
3	127,1	3,667	0,69	0,4952	0,949	1,148	3,681	0,271	3,3950
4	97,1	2,750	-0,14	0,4952	0,949	0,365	1,831	0,546	2,2038
5	92,5	2,200	-0,26	0,4952	0,949	0,244	1,643	0,608	1,5913
6	90,3	1,833	-0,32	0,4952	0,949	0,187	1,643	0,608	1,2246
7	88,3	1,571	-0,38	0,4952	0,949	0,135	1,574	0,635	0,9361
8	82,7	1,375	-0,53	0,4952	0,949	-0,012	1,574	0,635	0,7396
9	62,2	1,222	-1,10	0,4952	0,949	-0,547	1,303	0,767	0,4550
10	60,8	1,100	-1,14	0,4952	0,949	-0,584	1,303	0,767	0,3328
JUMLAH	1021								
Xrt	102,10								
SD	36,35								
Max									10,913

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.4.4 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov menggunakan Metode Log Pearson Type III:

Tabel 4. 18 Uji Smirnov-Kolmogorof Log Pearson Type III

Log Pearson Type III						
No (Xi)	Rangking	Log (Xi)	P (Xi)	f(t)	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7= 6-4
1	174,9	2,2428	0,091	1,74	0,1886	0,0977
2	145,1	2,1617	0,182	1,19	0,0870	0,0948
3	127,1	2,1041	0,273	0,80	0,0528	0,2199
4	97,1	1,9872	0,364	0,01	-0,0012	0,3649
5	92,5	1,9661	0,455	-0,13	0,0205	0,4341
6	90,3	1,9557	0,545	-0,20	0,0182	0,5273
7	88,3	1,9460	0,636	-0,27	0,0160	0,6204
8	82,7	1,9175	0,727	-0,46	0,0097	0,7176
9	62,2	1,7938	0,818	-1,30	0,0104	0,8078
10	60,8	1,7839	0,909	-1,37	0,0100	0,8990
JUMLAH	1021					
Log X	1,99					
S Log X	0,15					
Cs	0,36					
Max						0,8990

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.5 Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian distribusi data hujan dilakukan untuk menentukan jenis distribusi probabilitas yang paling sesuai dengan data hujan yang diamati. Dalam penelitian ini, digunakan dua metode uji statistik, yaitu uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov (K-S). Kedua metode ini digunakan untuk mengevaluasi empat jenis distribusi probabilitas, yaitu Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Pearson Type III.

Tabel 4. 19 Tabel Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Uji Chi – Kuadrat				
Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Chi Kuadrat Hitung (X2)	5,00	3,00	1,00	2,00
Chi Kuadrat Kritis (X2cr)	5,991	5,991	5,991	5,991
Hipotesa	TERIMA	TERIMA	TERIMA	TERIMA

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Tabel 4. 20 Tabel Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov				
Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Smirnov Hitung (Δp)	0,24	0,20	10,13	0,89
Smirnov Kritis (Δp)	0,41	0,41	0,41	0,41
Hipotesa	TERIMA	TERIMA	TIDAK	TIDAK

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

Dari kedua pengujian kecocokan antara uji Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, yang dapat di terima dari dua pengujian di atas adalah metode Log Normal, dikarenakan metode tersebut telah lolos dari dua pengujian di atas tanpa ada satupun yang tidak di terima. Maka data dari metode Log Normal tersebut akan digunakan untuk menghitung debit air hujan.

Tabel 4. 21 Tabel Pilihan Data Hujan Yang Lolos

NO	Periode ulang T	Curah hujan rencana (mm)			
		Metode distribusi frekuensi			
		Normal	Gumbel	Log normal	Log Pearson Type III
1	5	132,64	140,56	128,793	128,79
2	10	148,63	169,29	149,572	149,57

Sumber : Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana 2025

4.6 Kondisi Eksisting Sungai Desa Air Putih

Sungai yang berada di wilayah Desa Air Putih merupakan bagian dari sistem drainase alami yang berfungsi mengalirkan air dari hulu ke hilir menuju laut. Berdasarkan hasil survei lapangan dan pengamatan langsung, kondisi eksisting sungai menunjukkan bahwa terdapat beberapa permasalahan yang berpotensi meningkatkan risiko banjir di wilayah tersebut.

Kondisi ini menjadi salah satu input penting dalam pembuatan model simulasi banjir menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 2D, karena kondisi geometri sungai yang nyata akan sangat mempengaruhi hasil simulasi genangan. Oleh sebab itu, diperlukan tindakan rehabilitasi dan normalisasi pada sungai sebagai salah satu rekomendasi teknis untuk pengendalian banjir di Desa Air Putih. Berikut perhitungan Dimensi Eksisting Sungai di Desa Air Putih:

4.6.1 Perhitungan STA 0+000

Berikut perhitungan Dimensi Eksisting Sungai di Desa Air Putih:

1. Pengolahan Data Elevasi

Tabel 4. 22 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sunfai

DATA ELEVASI SUNGAI									
STA 0+000									
Patok	Sudut	BT	BA	BB	Alat Ke Rambu	L. Jalan & L.Drainase	BS/IS/FS	Tinggi Alat	Elevasi
1	53	1,445	1,535	1,351	-3,6	-4	FS	1,40	-0,05
2	50	1,441	1,530	1,353	15,7	-2,5	BS	1,40	-0,04
3	50	2,181	2,271	2,090	17,3	-1,75	BS	1,40	-0,78
4	49	2,470	2,560	2,384	19,4	-0,75	IS	1,40	-1,07
5	46	2,481	2,568	2,393	17,5	0	BS	1,40	-1,08
6	45	2,249	2,355	2,161	19,4	0,5	BS	1,40	-0,85
7	43	1,995	2,085	1,912	17,3	1	BS	1,40	-0,60
8	42	1,561	1,645	1,488	15,7	1,5	IS	1,40	-0,16
9	38	1,527	1,509	1,545	-3,6	2	BS	1,40	-0,13

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2025

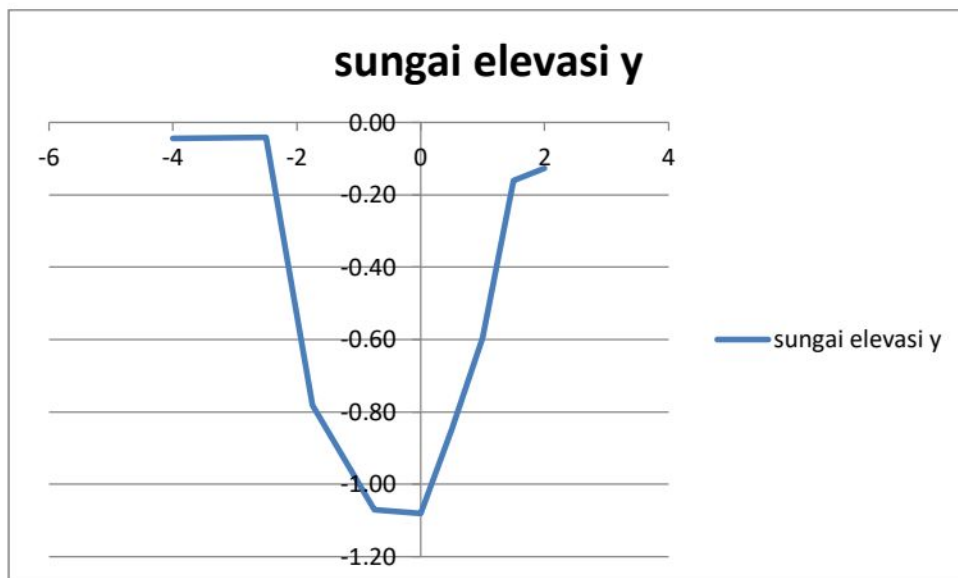
Tabel di atas merupakan hasil pengolahan data lapangan yang diperoleh menggunakan alat *Waterpass* atau *Total Station*. Selanjutnya, data tersebut akan dihitung kembali untuk memperoleh profil penampang melintang sungai atau gambaran elevasi permukaan sungai. Sebagai titik awal penggambaran bentuk sungai, digunakan penampang pada STA 0+000.

Tabel 4. 23 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sungai

SUNGAI									
TITIK	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ELV X	-4	-2,5	-1,75	-0,75	0	0,5	1	1,5	2
ELV Y	-0,05	-0,04	-0,78	-1,07	-1,08	-0,85	-0,60	-0,16	-0,13

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2025

Dari tabel ini, hasil perhitungan akan divisualisasikan dalam bentuk grafik agar dapat memperlihatkan bentuk elevasi dan kedalaman dari titik awal hingga titik akhir. Visualisasi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan ketinggian elevasi antara kedua titik tersebut. Berikut gambar grafik dari perhitungan data di atas:

**Gambar 4. 1 Gambar Grafik Elevasi Sungai Desa Air Putih STA 0+000**

Sumber : Pengolahan Data 2025

Dari grafik diperoleh bahwa elevasi pada STA 0+000 berada pada ketinggian -1,08 cm. Nilai ini kemudian akan dibandingkan dengan elevasi pada STA 0+600 untuk memperoleh selisih ketinggian antara titik hulu dan hilir.

2. Pengolahan Data Cros Section

Untuk memperoleh bentuk penampang melintang (*cross section*) sungai, nilai-nilai hasil perhitungan sebelumnya akan diolah guna menentukan ketinggian penampang pada STA 0+000. Dari hasil perhitungan ini, dapat diketahui tinggi

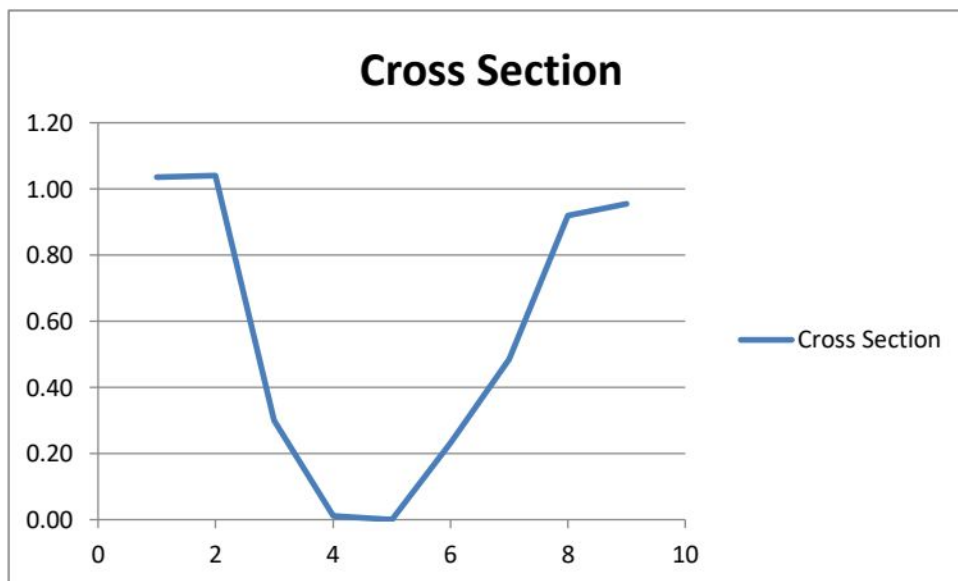
dan lebar pada setiap titik pengukuran yang telah dipasang rambu ukur. Adapun tabel berikut menyajikan hasil perhitungannya.

Tabel 4. 24 Tabel Pengolahan data Cross Section

Cross Section	
-0,05	1,04
-0,04	1,04
-0,78	0,30
-1,07	0,01
-1,08	0,00
-0,85	0,23
-0,60	0,49
-0,16	0,92
-0,13	0,95

Sumber : Pengolahan Data 2025

Data di atas kemudian akan dikonversi ke dalam bentuk grafik untuk mempermudah visualisasi ketinggian atau kedalaman penampang melintang (*cross section*) sungai tersebut.



Gambar 4. 2 Gambar Cross Section Sungai STA 0+000

Sumber : Pengolahan Data 2025

Dari grafik di atas bias kita lihat bahwa kedalaman Sungai pada STA 0+000 adalah 1,04 m dengan lebar sungai sekitar 6 m

4.6.2 Perhitungan STA 0+600

Berikut perhitungan Dimensi Eksisting Sungai di Desa Air Putih:

1. Pengolahan Data Elevasi

Tabel 4. 25 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sungai STA 0+600

DATA ELEVASI SUNGAI									
STA 0+600									
Patok	Sudut	BT	BA	BB	Alat Ke Rambu	L. Jalan & L.Drainase	BS/IS/FS	Tinggi Alat	Elevasi
1	117	2,110	2,130	2,038	0,8	-5	FS	1,39	-0,72
2	115	2,100	2,145	2,069	1,5	-4,5	BS	1,39	-0,71
3	114	2,799	2,833	2,764	3,5	-2,5	BS	1,39	-1,41
4	115	2,898	2,998	2,865	5,3	-2	IS	1,39	-1,51
5	116	2,865	2,872	2,854	1,8	0	BS	1,39	-1,48
6	114	2,442	2,968	2,915	5,3	1,5	BS	1,39	-1,05
7	116	2,400	2,085	2,050	3,5	2	BS	1,39	-1,01
8	120	1,635	1,642	1,627	1,5	3,5	IS	1,39	-0,25
9	207	1,630	1,521	1,521	0,8	5	BS	1,39	-0,24

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2025

Tabel di atas merupakan hasil pengolahan data lapangan yang diperoleh menggunakan alat *Waterpass* atau *Total Station*. Selanjutnya, data tersebut akan dihitung kembali untuk memperoleh profil penampang melintang sungai atau gambaran elevasi permukaan sungai. Sebagai titik awal penggambaran bentuk sungai, digunakan penampang pada STA 0+600.

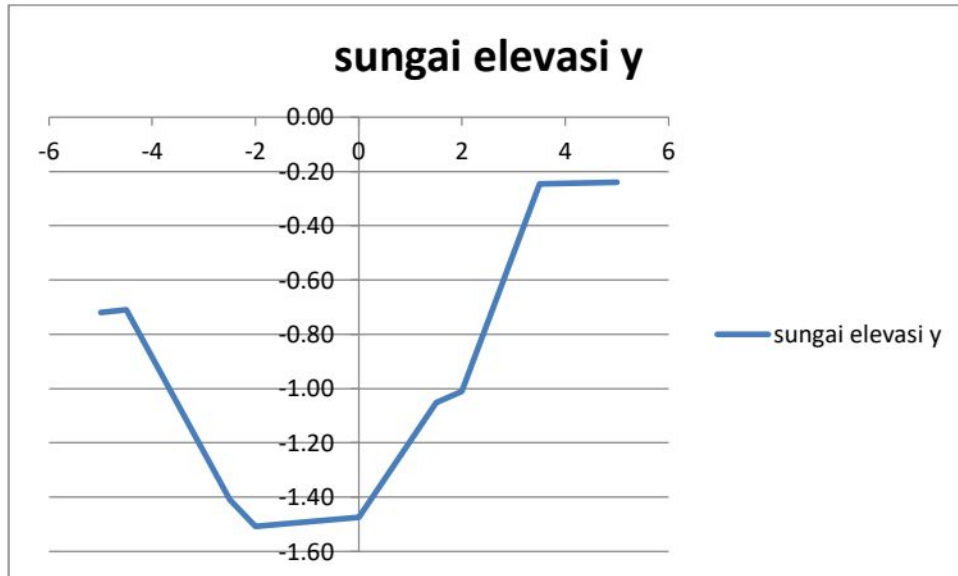
Tabel 4. 26 Tabel Pengolahan Data Elevasi Sungai

SUNGAI									
TITIK	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ELV X	-5	-4,5	-2,5	-2	0	1,5	2	3,5	5
ELV Y	-0,72	-0,71	-1,41	-1,51	-1,48	-1,05	-1,01	-0,25	-0,24

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2025

Dari tabel ini, hasil perhitungan akan divisualisasikan dalam bentuk grafik agar dapat memperlihatkan bentuk elevasi dan kedalaman dari titik awal hingga titik akhir. Visualisasi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan

ketinggian elevasi antara kedua titik tersebut. Berikut gambar grafik dari perhitungan data di atas:



Gambar 4. 3 Gambar Grafik Elevasi Sungai Desa Air Putih STA 0+600
Sumber : Pengolahan Data 2025

Dari grafik diperoleh bahwa elevasi pada STA 0+600 berada pada ketinggian -1,48 cm. Nilai ini kemudian akan dibandingkan dengan elevasi pada STA 0+000 yaitu -1,08 cm , untuk memperoleh selisih ketinggian antara titik hulu dan hilir maka nilai tersebut akan di kurangi.

2. Pengolahan Data Cros Section

Untuk memperoleh bentuk penampang melintang (*cross section*) sungai, nilai-nilai hasil perhitungan sebelumnya akan diolah guna menentukan ketinggian penampang pada STA 0+600. Dari hasil perhitungan ini, dapat diketahui tinggi dan lebar pada setiap titik pengukuran yang telah dipasang rambu ukur. Adapun tabel berikut menyajikan hasil perhitungannya.

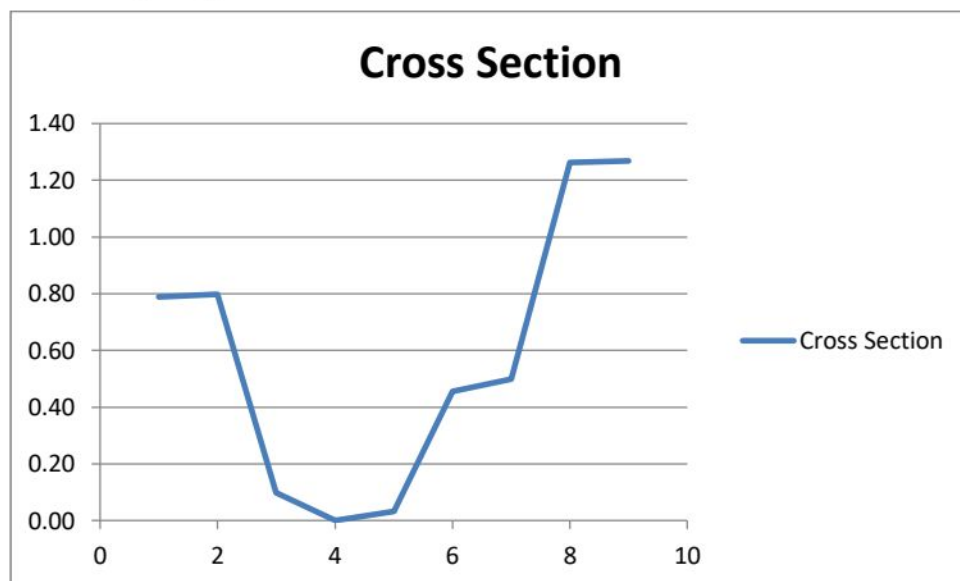
Tabel 4. 27 Tabel Pengolahan data Cross Section

Cross Section	
-0,72	0,79
-0,71	0,80
-1,41	0,10
-1,51	0,00
-1,48	0,03
-1,05	0,46

Cross Section	
-1,01	0,50
-0,25	1,26
-0,24	1,27

Sumber : Pengolahan Data 2025

Data di atas kemudian akan dikonversi ke dalam bentuk grafik untuk mempermudah visualisasi ketinggian atau kedalaman penampang melintang (*cross section*) sungai tersebut.



Gambar 4. 4 Gambar Cross Section Sungai STA 0+600

Sumber : Pengolahan Data 2025

Dari grafik di atas bias kita lihat bahwa kedalaman Sungai pada STA 0+600 adalah 1,27 m dengan lebar sungai sekitar 10 m

Dari kedua perhitungan di atas baik STA 0+000 dan STA 0+600 sudah diketahui nilai ketinggian setiap elevasi nya , untuk ketinggian sta 0+000 adalah -1,08 cm dan sta 0+600 adalah -1,48 cm. maka nilai -1,08 cm – -1,48 cm di dapat lah -0,40 atau 0,40 untuk nilai beda tinggi antara titik hulu dan hilir.

4.7 Luas DAS Desa Air Putih

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah daratan yang menampung dan mengalirkan air hujan ke sungai utama, baik secara langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan hasil delineasi menggunakan data kontur

dan pengolahan peta topografi dengan bantuan perangkat lunak GIS, luas DAS pada wilayah Desa Air Putih diketahui sebesar 7,252 km².

Berikut merupakan gambar hasil pengolahan dan sebaran Daerah Aliran Sungai (DAS) Desa Air Putih yang diperoleh melalui aplikasi QGIS dengan memanfaatkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).



Gambar 4. 5 Gambar DAS Desa Air Putih
Sumber :aplikasi qgis 2025

Peta pada Gambar menunjukkan sebaran Daerah Aliran Sungai (DAS) Desa Air Putih yang diperoleh melalui proses delineasi menggunakan aplikasi QGIS. Data citra satelit digunakan sebagai latar, sedangkan batas DAS ditampilkan dalam warna kuning. Sumber data kontur dan tutupan lahan diambil dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).

4.8 Menghitung Debit Rencana

Debit rencana adalah besarnya aliran air yang direncanakan untuk suatu sistem drainase, irigasi, atau pengendalian banjir, yang dihitung berdasarkan analisis hidrologi dan hidrolika. Debit rencana ini sangat penting dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur air yang efektif dan aman. Untuk

mendapatkan data debit rencana yang akurat, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan sebagai pembandingan.

Tabel 4. 28 Tabel Data Data Pengolahan Untuk Debit Rencana

DATA DATA SUNGAI DESA AIR PUTIH			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,793	Mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	Mm
Panjang Sungai	A	7,25201	Km2
Luas DAS	L	600	Km
Elevasi Hilir dan Hulu	Δh	0,40	M
Kemiringan Slope	S	0,0007	%
DATA DATA ELEVASI SUNGAI			
Elevasi Hilir dan Hulu dari Waterpas			
Hilir	=	1,48	M
Hulu	=	1,08	M

Sumber : Pengolahan Data 2025

4.8.1 Metode rational

Metode ini digunakan untuk memperkirakan besarnya debit rencana dengan mempertimbangkan curah hujan dan karakteristik fisik Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam penerapannya, diperlukan beberapa data hasil pengamatan lapangan sebagai dasar pengolahan data menggunakan Metode Rasional. Adapun proses perhitungannya disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 29 Tabel pengolahan data di lapangan

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,793	Mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	Mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,25201	Km2
Panjang Sungai	L	600	Km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	M
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	%

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Nilai curah hujan rata-rata yang digunakan dalam perhitungan ini diperoleh dari hasil analisis curah hujan rencana yang telah diuji menggunakan

dua metode distribusi. Selanjutnya, perhitungan debit rencana dilakukan menggunakan Metode Rasional, sebagai berikut:

Tabel 4. 30 Tabel Perhitungan Metode Rational 5 tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	128,793	m/detik
Waktu	T	1,87	Jam
Intensitas	I	68,88	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,5	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	69,38	m3/detik

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 31 Tabel Perhitungan Metode Rational 10 tahun

Perhitungan 10 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	10 Tahun	149,57	m/detik
Waktu	T	1,87	Jam
Intensitas	I	79,99	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	80,57	m3/detik

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan debit rencana untuk kala ulang 5, 10 tahun yang dihitung menggunakan Metode Rasional:

Tabel 4. 32 Tabel Hasil Rekapitan kala ulang Tahun

Rekapitulasi metode Rational		
METODE	5 Tahun	10 Tahun
Metode Rational	69,38	80,57

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

4.8.2 Metode Weduwen

Metode Weduwen merupakan salah satu pendekatan empiris yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), dengan mempertimbangkan luas wilayah dan karakteristik

hidrologi setempat. Berikut ini merupakan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Weduwen:

Tabel 4. 33 Tabel pengolahan data di lapangan

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,7928	Mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	Mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,25201	Km2
Panjang Sungai	L	600	Km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	M
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	-

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Data curah hujan rata-rata yang digunakan dalam perhitungan ini diperoleh dari hasil analisis curah hujan rencana yang telah diuji menggunakan dua metode distribusi. Berdasarkan data tersebut, perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan Metode Weduwen, yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 34 Tabel Perhitungan Metode Weduwen 5 tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	128,7928	m/detik
Waktu	T	1,87	Jam
Intensitas	I	68,88	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0.50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	69,43	m3/detik

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 35 Tabel Perhitungan Metode Weduwen 10 tahun

Perhitungan 10 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	10 Tahun	149,57	m/detik
Waktu	T	1,87	Jam
Intensitas	I	79,99	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	80,64	m3/detik

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan debit banjir rencana untuk kala ulang 5, 10 tahun yang dihitung menggunakan Metode Weduwen:

Tabel 4. 36 Tabel Hasil Rekapitan kala ulang Tahun

Rekapitulasi metode Weduwen		
METODE	5 Tahun	10 Tahun
Metode Weduwen	69,43	80,64

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

4.8.3 Metode Haspers

Metode Haspers digunakan untuk memperkirakan debit banjir rencana pada suatu DAS dengan pendekatan berdasarkan luas daerah tangkapan dan intensitas curah hujan.

Perhitungan debit rencana berikut dilakukan dengan menggunakan Metode Haspers:

Tabel 4. 37 Tabel pengolahan data di lapangan

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,7928	Mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	Mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,25201	Km2
Panjang Sungai	L	600	Km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	M
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	-

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Berikut perhitungan dengan menggunakan Metode Haspers dengan kala ulang 5 tahun, 10 tahun.

Tabel 4. 38 Tabel Perhitungan Metode Hapers 5 tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	128,7928	m/detik
Waktu	T	1,87	Jam
Intensitas	I	68,88	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Kemiringan Slope	s	0,0007	m3/detik
Debit	Q	64,45	Jam

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 39 Tabel Perhitungan Metode Haspers 10 tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	10 Tahun	149,57	m/detik
Waktu	T	1,87	Jam
Intensitas	I	79,99	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Kemiringan Slope	s	0,0007	m3/detik
Debit	Q	74,85	Jam

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan debit banjir rencana untuk kala ulang 5, 10 tahun Pada Desa Air Putih yang dihitung menggunakan Metode Haspers:

Tabel 4. 40 Tabel Hasil Rekapitan kala ulang Tahun

Rekapitulasi metode Weduwen		
METODE	5 Tahun	10 Tahun
Metode Haspers	64,45	74,85

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

4.9 Rekapitulasi Debit Rencana Rational, Weduwen, dan Haspers

Berikut ini disajikan tabel hasil rekapitulasi dari ketiga metode yang telah diolah sebelumnya, yang digunakan untuk masing-masing tahun periode ulang dalam penelitian ini:

Tabel 4. 41 Tabel Hasil Rekapitan Kala Ulang Tahun dan Metode nya

Tabel Nilai Max dari K3 Metode (m3/Detik)				
Tahun	Rational	Weduwen	Haspers	Debit Maximum
5	69,38	69,43	64,45	69,43
10	80,57	80,64	74,85	80,64

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Setelah diperoleh nilai maksimum dari ketiga metode dengan kala ulang 5, 10 tahun, maka tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan menggunakan metode Nakayasu. Perhitungan ini difokuskan pada nilai maksimum tertinggi dari

masing-masing kala ulang (5, 10 tahun) yang telah diperoleh sebelumnya, guna memperoleh hasil analisis yang lebih mendalam dan akurat.

4.10 Perhitungan Debit Rencana Metode Nakayasu

Metode Nakayasu adalah salah satu metode hidrograf satuan sintetik yang digunakan untuk memperkirakan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan dan karakteristik daerah aliran sungai (DAS).

Berikut ini merupakan perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Nakayasu untuk masing-masing kala ulang, yaitu 5 tahun, 10 tahun. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan nilai maksimum dari ketiga kala ulang tersebut yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya.

4.10.1 Metode Nakayasu kala Ulang 5 Tahun

Berikut Perhitungan dengan kala ulang 5 tahun dari data Rekapitulasi Max yang sudah di peroleh di atas.

Tabel 4. 42 Tabel Data di lapangan Kala 5 tahun

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,7928	Mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,2520124	Km2
Panjang Sungai	L	600	Km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	M
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	%

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Dari ketiga metode tersebut, dipilih nilai tertinggi untuk periode ulang 5 tahun sebagai acuan dalam analisis selanjutnya:

Tabel 4. 43 Tabel Nilai Max dari 3 Metode Debit Rencana

Rekap Debit Banjir Max (m3/dtk)		
No	Metode	Debit Banjir
1	Rational	69,38
2	Weduwen	69,43
3	Haspers	64,45
Nilai Maximum		69,45

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 44 Tabel Nilai TC kala 5 tahun

Mencari Nilai TC			
Rumus Kirpich	=	44,88	Menit
TC	=	1,86980	Jam
QP	=	69,4	M3/dtk

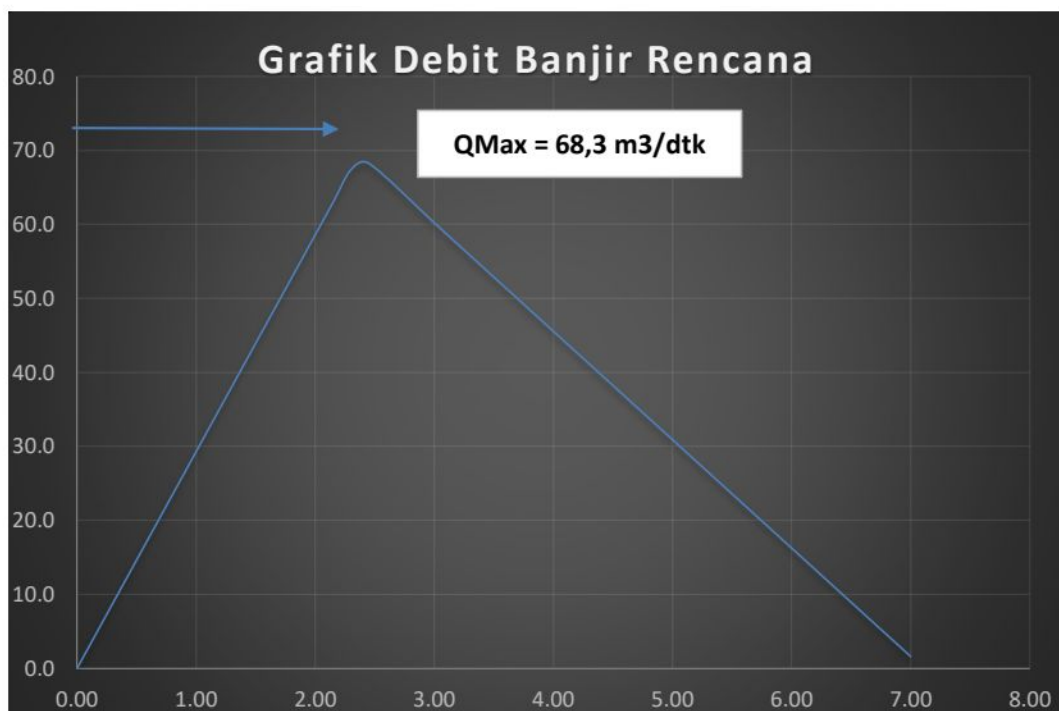
Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 45 Tabel Perhitungan Kala Ulang 5 tahun

Data Yang Diperlukan			
Hitung Debit Puncak	Q	69,43	m/s
Hitung Waktu ke Puncak Banjir	tp	2	Jam
Hitung Waktu Total Banjir	tb	7,1	Jam
Waktu Konsentrasi	tc	1,9	Jam
Tentukan Interval waktu		0,25	Jam
Koefisien Pengaliran	-	0,5	-

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Grafik di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan debit banjir rencana pada kala ulang 5 tahun:

**Gambar 4. 6 Gambar grafik Debit rencana Maximum dari ke 3 metode selama 5 tahun**

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari grafik terlihat bahwa aliran dimulai dari kondisi nol (tidak ada aliran), kemudian mengalami peningkatan signifikan. Debit mulai meningkat

tajam dari pukul 00:15 hingga mencapai puncaknya sekitar pukul 02:45 dini hari dengan nilai maksimum sekitar 68,3 m³/s. Ini menunjukkan waktu konsentrasi atau waktu respon maksimum aliran dari daerah tangkapan hujan menuju titik pengamatan.

4.10.2 Metode Nakayasu kala 10 Tahun

Berikut Perhitungan dengan kala ulang 10 tahun dari data Rekapitulasi Max yang sudah di peroleh di atas.

Tabel 4. 46 Tabel Data di lapangan Kala 10 tahun

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,57	mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,2520124	Km2
Panjang Sungai	L	0,600	km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	m
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	%

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Data berikut merupakan hasil dari perhitungan debit rencana menggunakan ketiga metode yang telah dijelaskan sebelumnya. Dari ketiga metode tersebut, dipilih nilai tertinggi untuk periode ulang 10 tahun sebagai acuan dalam analisis selanjutnya:

Tabel 4. 47 Tabel Nilai Max dari 3 Metode Debit Rencana

Rekap Debit Banjir Max (m ³ /dtk)		
No	Metode	Debit Banjir
1	Rational	80,57
2	Weduwen	80,64
3	Haspers	74,85
Nilai Maximum		80,64

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 48 Tabel Nilai TC kala 10 tahun

Mencari Nilai TC			
Rumus Kirpich	=	44,88	Menit
TC	=	1,86980	Jam
QP	=	80,6	M3/dtk

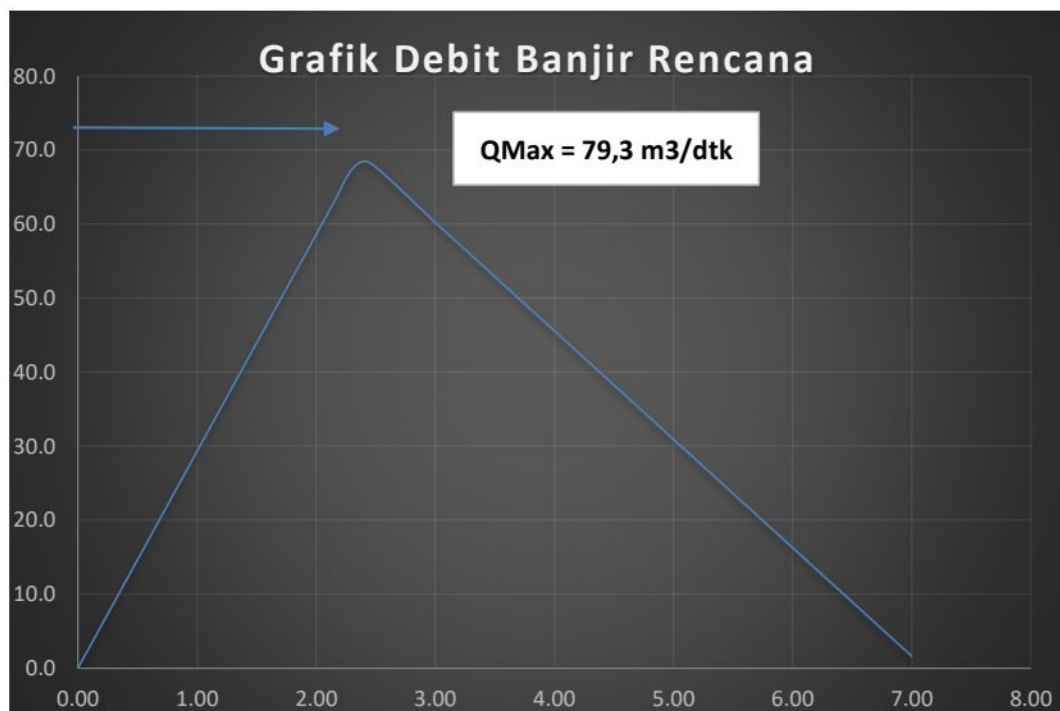
Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Tabel 4. 49 Tabel Perhitungan Kala Ulang 10 tahun

Data Yang Diperlukan			
Hitung Debit Puncak	Q	80,64	m/s
Hitung Waktu ke Puncak Banjir	tp	2	Jam
Hitung Waktu Total Banjir	tb	7,1	Jam
Waktu Konsentrasi	tc	1,9	Jam
Tentukan Interval waktu	-	0,25	Jam
Koefisien Pengaliran	-	0,5	-

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Grafik di bawah ini menunjukkan hasil perhitungan debit banjir rencana pada kala ulang 10 tahun:



Gambar 4. 7 Gambar grafik Debit rencana Maksimun dari ke 3 metode selama 10 tahun

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Grafik di atas menampilkan hidrograf aliran debit banjir rencana untuk kala ulang 10 tahunan di wilayah hulu. Sumbu vertikal menunjukkan debit aliran dalam satuan m^3/s , sedangkan sumbu horizontal menunjukkan waktu kejadian yang dimulai dari 4 Agustus 2025 pukul 24:00 hingga 01 Juli 2025 pukul 07:00. Debit awal berada di angka nol, kemudian mengalami kenaikan drastis mulai pukul 00:15, mencapai puncaknya sekitar pukul 02:40 dini hari dengan nilai

maksimum hampir 79,3 m³/s. Ini menunjukkan waktu konsentrasi aliran dari daerah tangkapan menuju lokasi pengamatan cukup singkat, menandakan respon daerah tangkapan terhadap hujan sangat cepat.

4.10.3 Hasil Grafik Output Hec-Ras selama periode 5,10 tahun

Model HEC-RAS dalam penelitian ini dijalankan menggunakan dua skenario berbeda, yaitu kondisi eksisting dan kondisi proyeksi di masa mendatang ketika seluruh waduk dan embung yang direncanakan telah terbangun. Hasil simulasi HEC-RAS yang menunjukkan debit puncak serta profil aliran pada masing-masing sungai untuk berbagai kala ulang disajikan secara lengkap pada Tabel sebagai berikut :

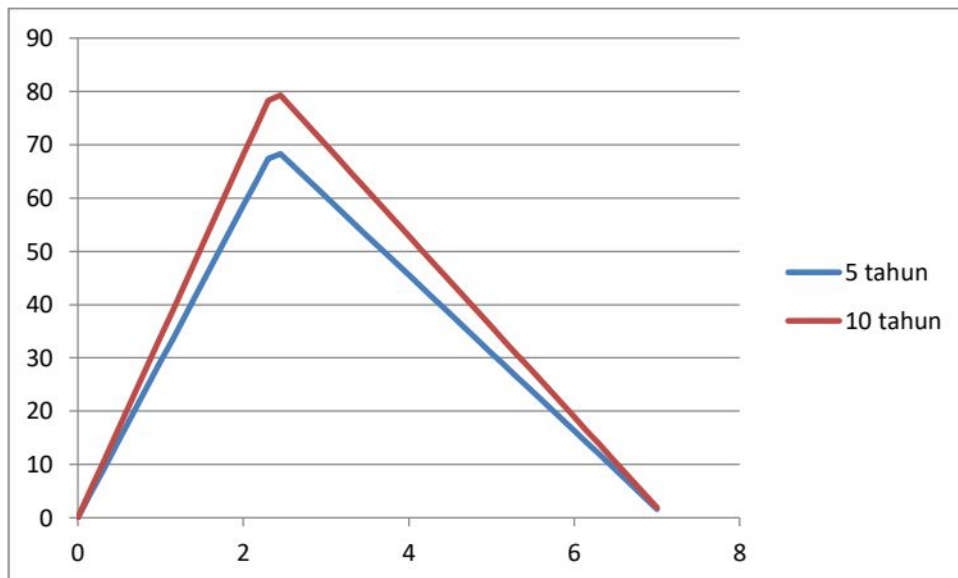
Tabel 4. 50 Tabel data perhitungan debit rencana max setiap 5,10 tahun

Waktu(jam)	5 tahun	10 tahun
0,0	0,0	0,00
0,15	4,4	5,1
0,30	8,8	10,2
0,45	13,2	15,3
1,00	29,3	34,0
1,15	33,7	39,1
1,30	38,1	44,2
1,45	42,5	49,3
2,00	58,6	68,1
2,15	63,0	73,2
2,30	67,4	78,3
2,45	68,3	79,3
3,00	60,2	69,9
3,15	58,0	67,4
3,30	55,8	64,8
3,45	53,6	62,3
4,00	45,6	52,9
4,15	43,4	50,3
4,30	41,2	47,8
4,45	39,0	45,2
5,00	30,9	35,9
5,15	28,7	33,3

Waktu(jam)	5 tahun	10 tahun
5,30	26,5	30,8
5,45	24,3	28,2
6,00	16,3	18,9
6,15	14,1	16,3
6,30	11,9	13,8
6,45	9,7	11,2
7,00	1,6	1,9

Sumber : Analisa Perhitungan Debit Rencana 2025

Berikut ini merupakan grafik peningkatan debit air rencana berdasarkan hasil analisis untuk kala ulang 5,10 tahun. Grafik tersebut menggambarkan tren kenaikan debit puncak seiring bertambahnya periode kala ulang, yang mencerminkan potensi risiko banjir yang semakin besar pada skenario jangka panjang.



Gambar 4. 8 Gambar peningkatan debit air dengan kala ulang 5 ,10 tahun

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

4.11 Perhitungan Dimensi Penampang Saluran Desa Air Putih

Penampang saluran drainase di Desa Air Putih memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi tergantung pada lokasi dan kondisi eksisting di lapangan.

Dimensi saluran ini meliputi lebar dasar, tinggi dinding, serta kemiringan lereng saluran.

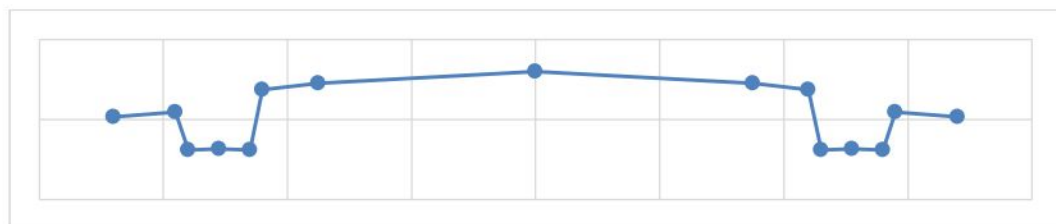
Berikut hasil perhitungan Dimensi Penampang Saluran Drainase Desa Air Putih dengan sepanjang 2045 m:

Tabel 4. 51 Tabel Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Drainase

STA 0+000									
Patok	Sudut	BT	BA	BB	Jarak Alat Kesumbu	L. jalan & L.drainase	BS/IS/FS	Tinggi alat	Elevasi
1	94	1,990	2,340	1,640	70	-6,8	FS	149	147,01
2	93,5	1,935	2,324	1,545	77,9	-5,8	BS	149	147,07
3	93	2,210	2,695	1,725	97	-5,6	BS	149	146,79
4	93	2,270	2,765	1,774	99,1	-5,1	IS	149	146,73
5	93	1,029	2,282	1,775	50,7	-4,6	BS	149	146,97
6	93	1,510	2,005	1,014	99,1	-4,4	BS	149	147,49
7	92	1,439	1,932	0,945	98,7	-3,5	BS	149	147,56
8	90	1,328	1,835	0,821	101,4	0	IS	149	147,67
9	92	1,439	1,932	0,945	98,7	3,5	BS	149	147,56
10	93	1,510	2,005	1,014	99,1	4,4	BS	149	147,49
11	93	2,029	2,282	1,775	50,7	4,6	BS	149	146,97
12	93	2,270	2,765	1,774	99,1	0	IS	149	146,73
13	93	2,210	2,695	1,725	97	5,1	BS	149	146,79
14	93,5	1,935	2,324	1,545	77,9	5,8	BS	149	147,07
15	94	1,990	2,340	1,640	70	6,8	FS	149	147,01

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari hasil data perhitungan dimensi saluran drainase di atas, akan di dapat bentuk penampang profil melintang sesuai dengan data di lapangan, berikut gambar bentuk saluran drainase di Desa Air Putih untuk STA 0+000



Gambar 4. 9 Gambar Dimensi Penampang Saluran Desa Air Putih

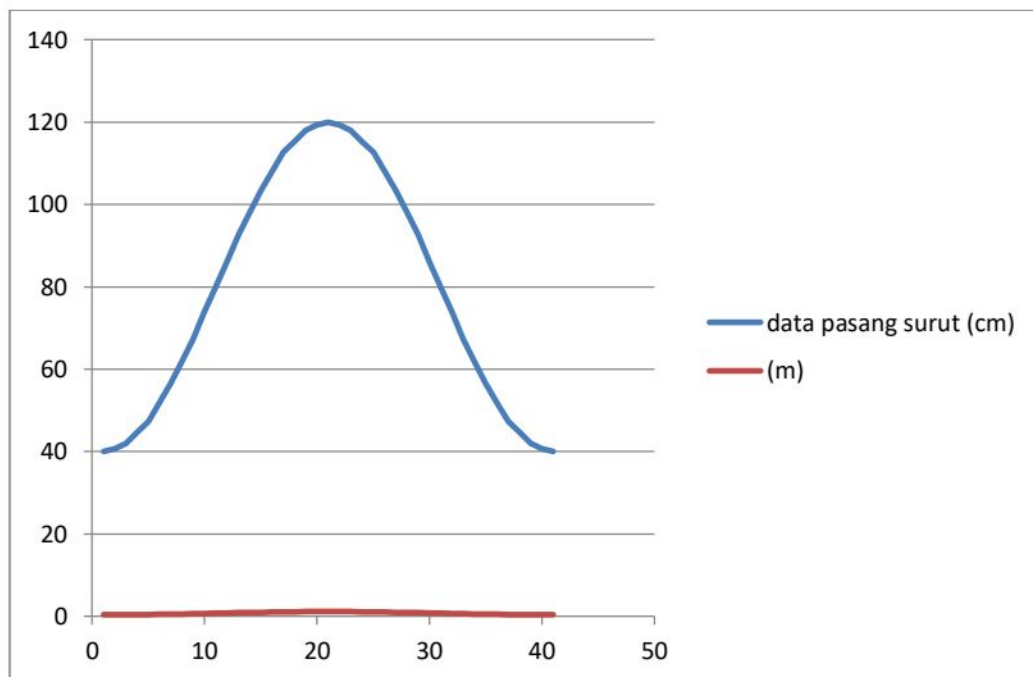
Sumber : Hasil Perhitungan 2025

4.12 Pasang Surut / ROB

Data pasang surut atau rob memiliki peran yang sangat penting dalam perencanaan dan simulasi hidrodinamika menggunakan HEC-RAS, khususnya pada pemodelan dua dimensi (HEC-RAS 2D). Salah satu kegunaan utamanya adalah sebagai kondisi batas hilir (downstream boundary condition), di mana perubahan muka air laut akibat pasang surut dapat memengaruhi elevasi air dan aliran di sepanjang sungai.

Dalam simulasi banjir, kondisi pasang tinggi atau rob dapat menyebabkan efek backwater, yaitu tertahannya aliran sungai yang berdampak pada meningkatnya tinggi muka air dan potensi genangan banjir di daerah hulu. Selain itu, data pasang surut juga memungkinkan dilakukan simulasi gabungan antara banjir dari hulu dan banjir rob dari hilir, sehingga dapat dianalisis sejauh mana interaksi keduanya memperparah kondisi banjir di suatu wilayah.

Berikut Grafik pasang surut yang ada di Desa Air Putih tepatnya di sebelah SPBU dengan waktu per 15 menit. Di hitung dari pukul 19:00 mulai dari naiknya pasang sampai pukul 05:00 turunnya pasang lagi



Gambar 4. 10 Grafik Pasang Surut Desa Air Putih per 15 menit
Sumber : Hasil Analisa Lapangan 2025

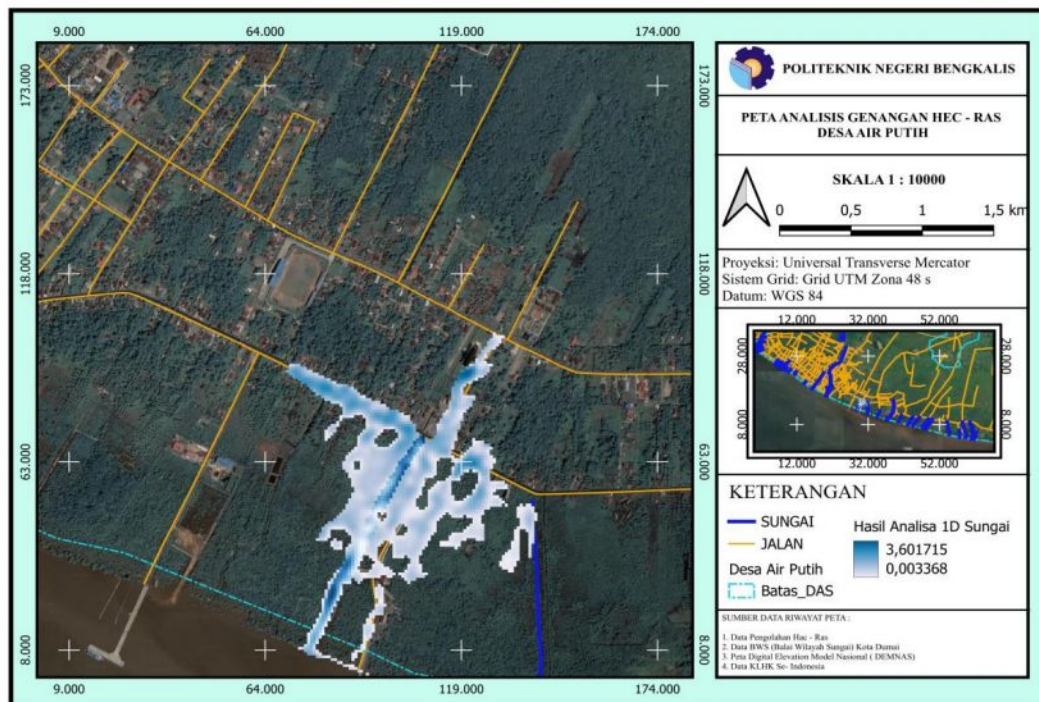
Data pasang surut ini di dapat dengan cara pengujian secara manual dengan menggunakan kayu sebagai bahan acuan untuk mengetahui seberapa ketinggian air yang naik di setiap 15 menit nya, dan alat meteran di gunakan untuk melihat ketinggian air pasang surut di desa air putih

4.13 Hasil Analisa 1D Elevasi sungai Desa Air Putih

Berikut merupakan hasil analisis menggunakan aplikasi HEC-RAS untuk memperoleh profil elevasi sungai dari hulu hingga hilir dengan total panjang alur sungai mencapai 0+600 km. Pemodelan ini dilakukan berdasarkan debit rencana dengan kala ulang 5, 10 tahun di wilayah Desa Air Putih. Berdasarkan hasil pemodelan 1D (Running 1D), dapat terlihat bahwa terdapat beberapa segmen sungai yang mengalami genangan banjir dan ada pula yang tidak tergenang, tergantung pada kondisi elevasi masing-masing segmen sungai. Adapun hasil analisis 1D secara lengkap pada uraian berikut.

4.13.1 Hasil 1D sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi Hec – Ras 5 tahun

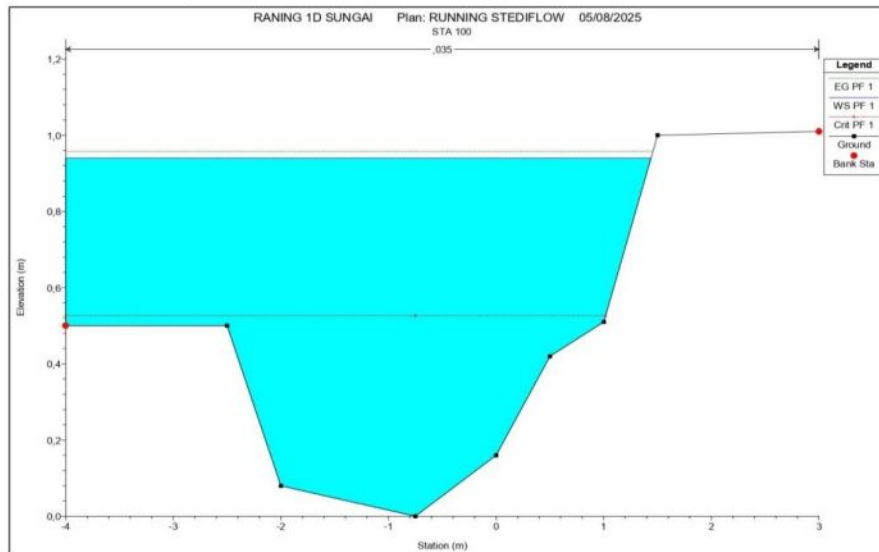
1. Hasil Running 1D Tampak Atas dengan kala ulang 5 Tahun



Gambar 4. 11 Gambar 1D Sungai Desa Air Putih

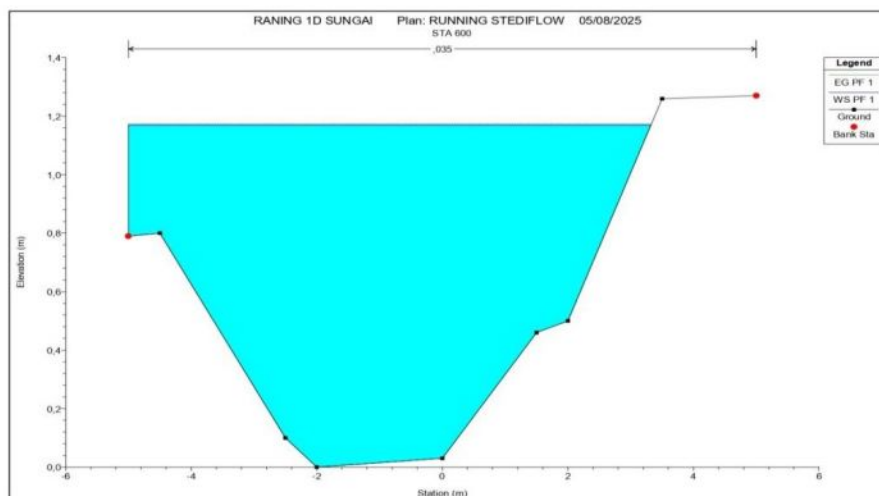
Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

2. Elevasi sungai Desa Air Putih Menggunakan Hec – Ras



Gambar 4. 12 Gambar Elevasi Sungai STA 0+000 di Hilir
Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

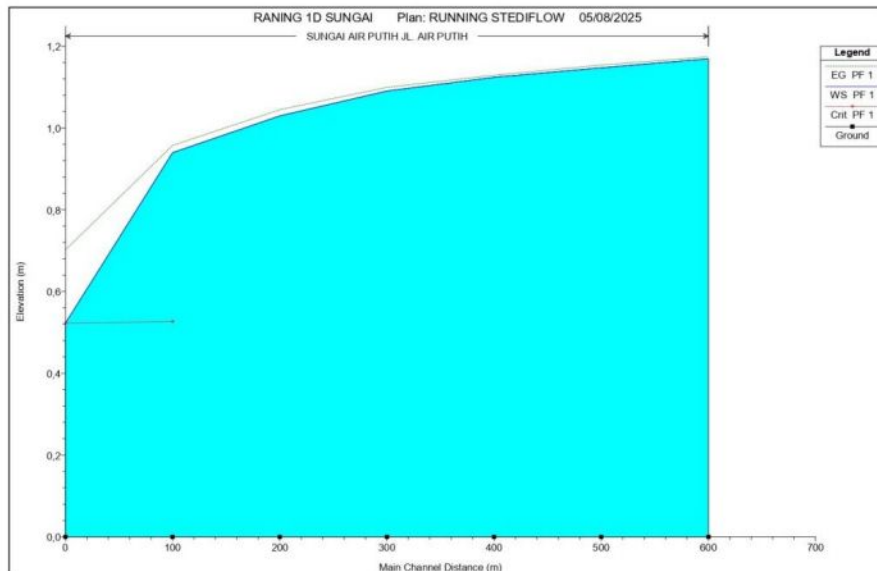
Pada STA 0+100, hasil analisis menunjukkan bahwa sungai masih mampu menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun. Hal ini disebabkan oleh kedalaman sungai pada segmen tersebut yang berkisar antara 1,2 hingga 1,7 meter. Dan debit hanya setinggi 0,88 cm .Berdasarkan uji simulasi hidraulik, kapasitas penampang melintang sungai terbukti masih mencukupi untuk menampung debit banjir pada periode ulang tersebut tanpa menyebabkan limpasan atau luapan pada sungai



Gambar 4. 13 Gambar Elevasi Sungai STA 0+600 Hulu
Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Hal yang sama juga terjadi pada STA 0+600, di mana hasil analisis menunjukkan bahwa saluran sungai di Desa Air Putih masih mampu menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun. Debit yang di dihasilkan hanya setinggi 0,92 cm dari kedalam sungai yang bisa menampung setinggi 1,2 m Meskipun terdapat kemungkinan terjadinya limpasan kecil yang meluap ke atas tebing sungai, namun secara umum kapasitas saluran masih mencukupi untuk menampung aliran banjir tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi penampang sungai pada STA 0+600 masih dalam kategori aman terhadap ancaman genangan banjir dengan periode ulang lima tahunan.

3. Gambar Grafik Profil Flot Selama 5 tahun



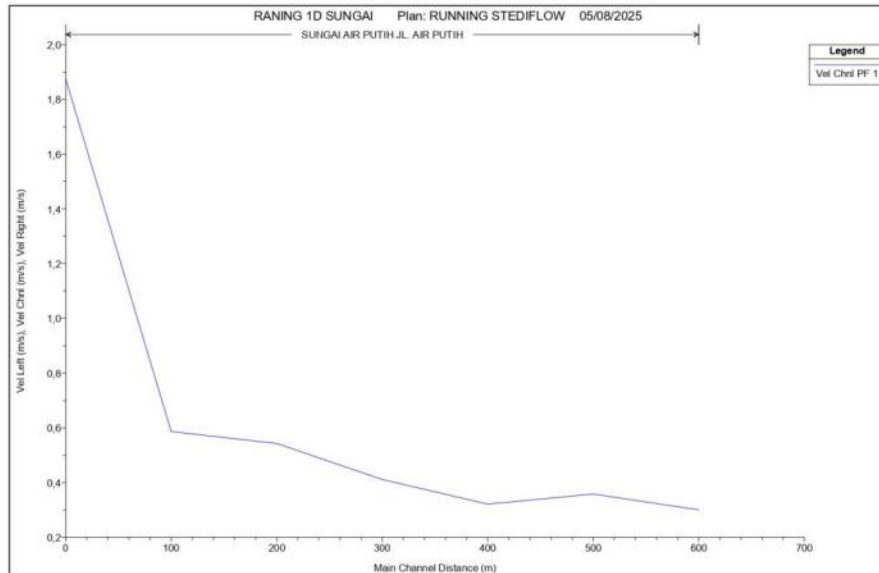
Gambar 4. 14 Gambar Grafik dari hasil analisa Hec - Ras 1D

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Berdasarkan grafik profil membujur Sungai Air Putih pada gambar di atas, terlihat bahwa muka air (water surface profile) masih berada di bawah elevasi tebing saluran sepanjang lintasan sungai. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran masih mencukupi untuk menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun, tanpa menimbulkan limpasan atau banjir di sekitar wilayah sungai.

Namun demikian, terdapat kenaikan elevasi dasar sungai pada sekitar titik 300 meter yang diduga akibat adanya proses sedimentasi alami atau keberadaan struktur teknis seperti batang kayu atau timbunan.

4. Gambar Grafik General Profil Flot selama 5 Tahun



Gambar 4. 15 Gambar Grafik General Profil Flot dari hasil analisa Hec - Ras 1D

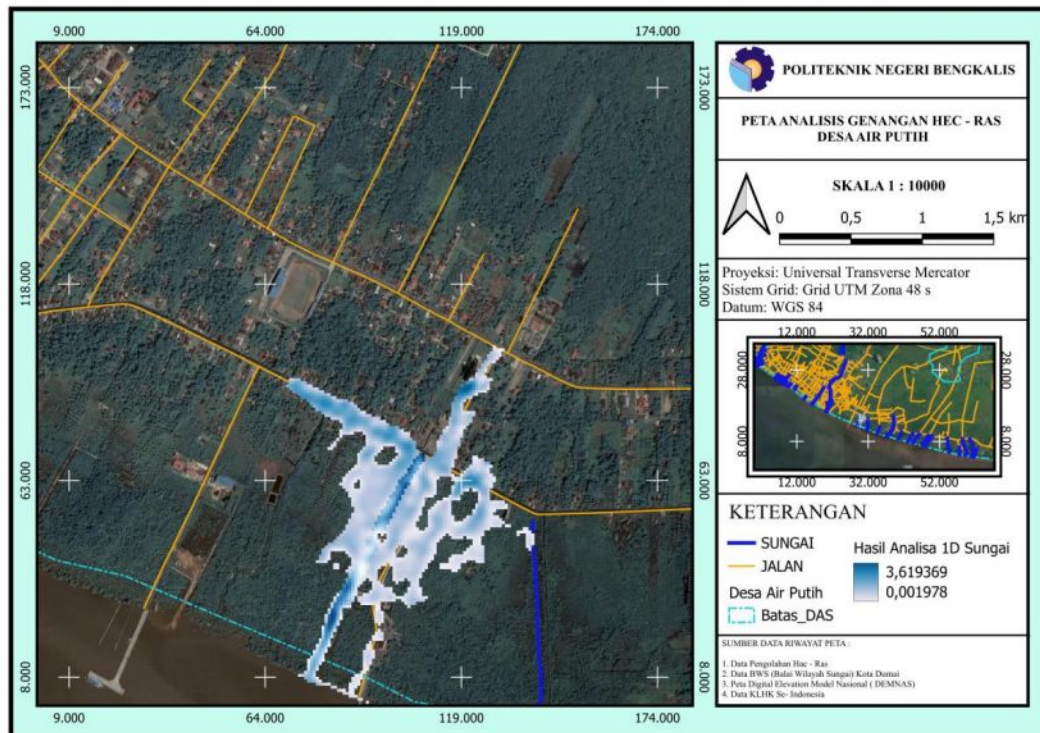
Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari grafik terlihat bahwa kecepatan tertinggi berada pada titik hulu (sekitar 0+000 meter) dengan nilai mendekati 1,9 m/s, kemudian mengalami penurunan tajam hingga di bawah 0,6 m/s pada segmen antara 50–100 meter. Selanjutnya, kecepatan aliran menunjukkan tren yang lebih stabil, yaitu berkisar antara 0,3 hingga 0,5 m/s hingga ke hilir di STA 0+600 meter.

Penurunan kecepatan yang signifikan ini dapat disebabkan oleh perubahan geometri penampang sungai, penambahan lebar alur, atau kemiringan dasar sungai yang mengecil. Kecepatan rendah di bagian hilir menandakan bahwa aliran berada dalam kondisi subkritis, yang umum terjadi pada sungai dataran rendah dengan gradien landai.

4.13.2 Hasil 1D sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi Hec – Ras 10 tahun

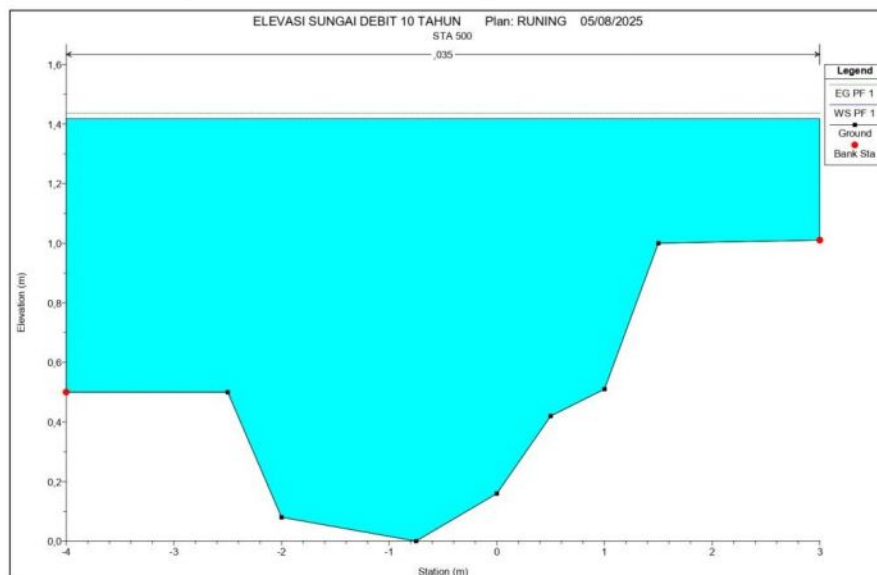
1. Hasil Running 1D Tampak Atas dengan kala ulang 10 tahun



Gambar 4. 16 Gambar 1D Sungai Desa Air Putih

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

2. Elevasi sungai Desa Air Putih Menggunakan Hec – Ras



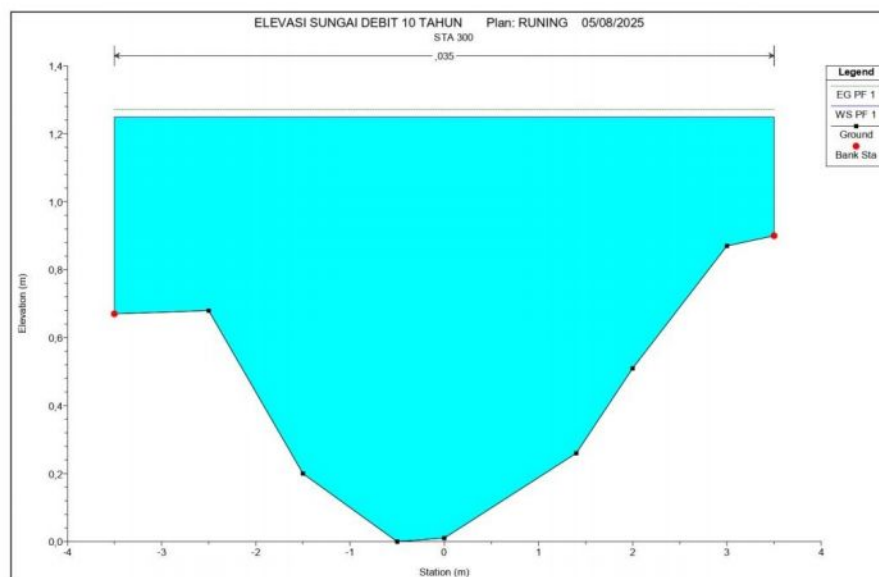
Gambar 4. 17 Gambar Elevasi Sungai STA 0+100 di Hilir

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari hasil analisis saluran sungai pada kala ulang 10 tahun ini, dengan elevasi yang masih sama dengan yang digunakan pada analisis kala ulang 5 tahun.

Dengan penambahan debit rencana yang lebih besar, maka hasil simulasi menunjukkan kondisi aliran yang semakin tidak tertampung oleh sungai.

Pada Sta 0+100 meter, diketahui bahwa saluran Sungai di Desa Air Putih tidak mampu menampung debit rencana sebesar 79,3 m/s. kapasitas saluran hanya bisa menampung air sebesar 1.01 m, dari hasil running debit banjir rencana melebihi dari kapasitas tamping sebesar 41 cm dari permukaan dasar sungai yang dihasilkan dari perhitungan untuk kala ulang 10 tahun. Debit tersebut telah melewati batas permukaan sungai dengan ketinggian mencapai 41 sentimeter.

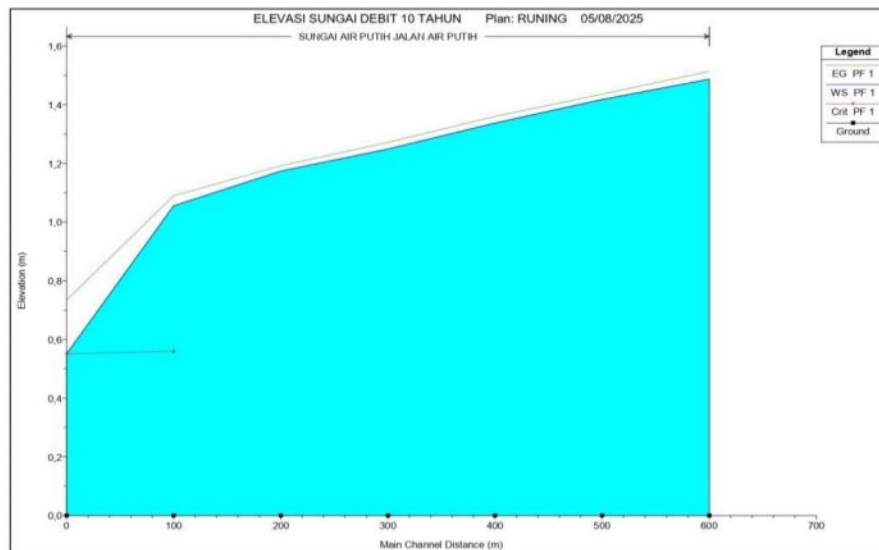


Gambar 4. 18 Gambar Elevasi Sungai STA 0+600 Hulu

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari hasil analisis saluran sungai dengan menggunakan debit rencana kala ulang 10 tahun, didapati bahwa saluran ini belum mampu menampung debit rencana sebesar 79,3 m/s, dari gambar di dapati bahwa kapasitas sungai hanya bisa menampung debit setinggi 1,10 m, sehingga debit rencana yang di hasil kan melebihi kapasitas sebesar 35 cm dari dasar permukaan tanah , bisa kita lihat bahwa untuk kala ulang 10 tahun , di dapati bahwa sungai belum mampu menampung debit banjir rencana sebesar 35 cm.

3. Gambar Grafik Profil Flot Selama 10 tahun

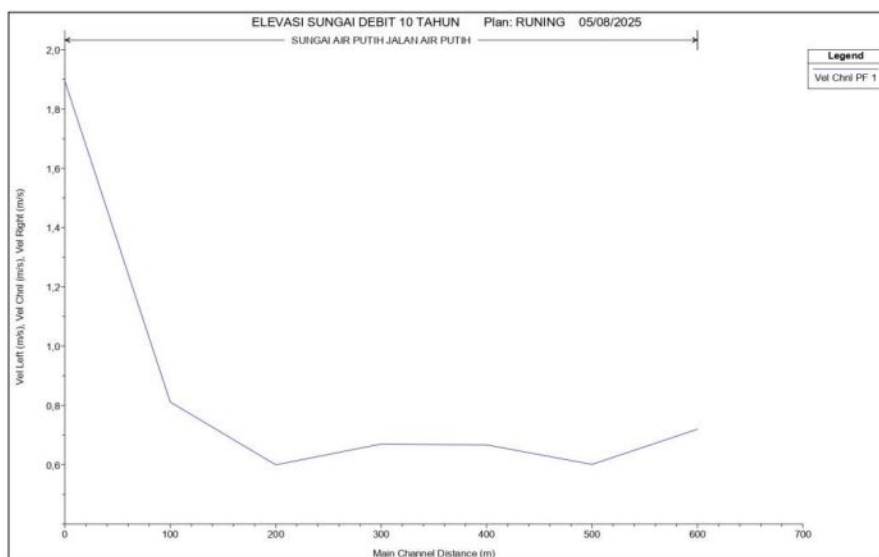


Gambar 4. 19 Gambar Grafik dari hasil analisa Hec - Ras 1D

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Berdasarkan grafik elevasi membujur Sungai Air Putih (STA 0–600 m), sungai belum dapat menampung debit rencana 10 tahunan. Namun, margin bebas antara muka air dan tebing sangat tipis (kurang dari 10 cm di beberapa titik), yang menjadikan saluran dalam kondisi banjir apabila terjadi gangguan aliran atau peningkatan debit aktual.

4. Gambar Grafik General Profil Flot selama 10 Tahun



Gambar 4. 20 Gambar Grafik General Profil Flot dari hasil analisa Hec - Ras 1D

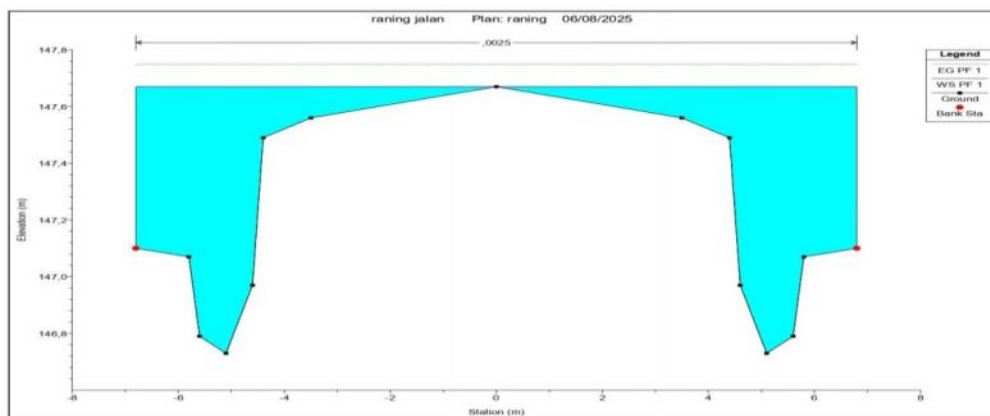
Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari grafik terlihat bahwa kecepatan aliran tertinggi terjadi di awal segmen saluran, yaitu sekitar 1,9 m/s, kemudian menurun drastis hingga mencapai nilai terendah sekitar 0,6 m/s di sekitar jarak 200 meter. Setelah itu, kecepatan cenderung stabil dan sedikit meningkat menjelang akhir saluran. Penurunan kecepatan yang signifikan pada awal segmen menunjukkan adanya perubahan kondisi hidraulik seperti pelebaran penampang atau peningkatan kedalaman, yang dapat menyebabkan akumulasi sedimen.

4.14 Hasil Analisa 1D Saluran Drainase Desa Air Putih

Setelah proses analisis sungai selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah menganalisis debit rencana menggunakan aplikasi HEC-RAS pada saluran drainase. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menguji apakah debit yang dihasilkan mampu ditampung oleh volume saluran yang tersedia.

1. Hasil Running 1D Saluran Drainase dengan Menggunakan Aplikasi Hec – Ras

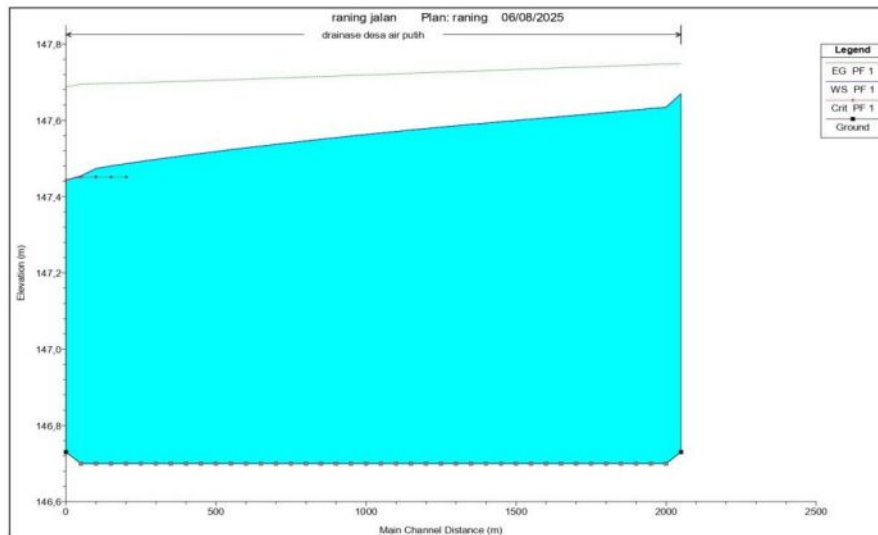


Gambar 4. 21 Gambar Hasil Analisa 1D Saluran Drainase STA 0+000
Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Hasil analisis 1D menggunakan aplikasi HEC-RAS menunjukkan bahwa saluran drainase pada lokasi studi tidak mampu menampung debit rencana 5 tahun. Debit yang di hasilkan melebihi kapasitas Tampung Drainase.drainase yang ada di desa air putih hanya bisa menampung debit sedalam 60 – 100 cm. sedangkan debit yang di hasilkan melebihi dari kapasitas tampung drainase setinggi 122 cm dari 100 cm. atau setinggi 22 cm dari permukaan bahu jalan.Hal

ini disebabkan oleh besarnya debit yang dihasilkan dari luasan daerah tangkapan, yang melebihi kapasitas tampung penampang saluran.

2. Hasil Running 1D Saluran Drainase Menggunakan Aplikasi Hec – Ras

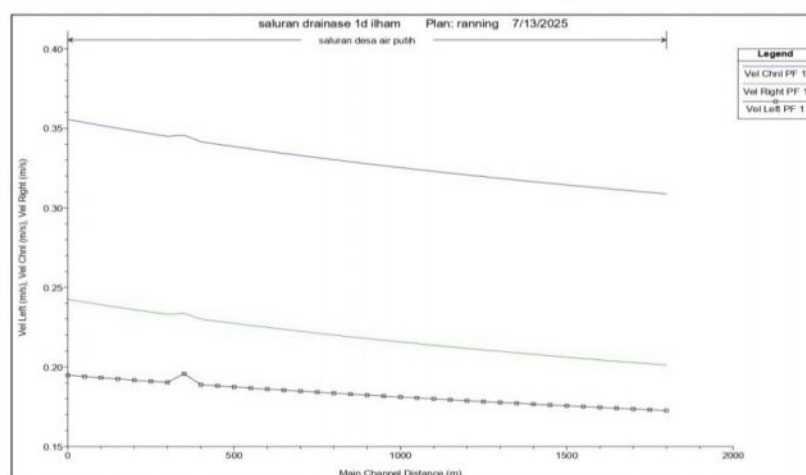


Gambar 4. 22 Gambar Hasil Analisa Saluran Sepanjang STA 0 - STA 1808

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Grafik ini menunjukkan profil elevasi sepanjang saluran utama dari 0 hingga 2000 meter. Sumbu horizontal mewakili jarak saluran, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan elevasi dalam meter. Grafik ini digunakan untuk melihat apakah aliran berada dalam kondisi subkritis atau superkritis.

3. General Profil Plot saluran dari Hasil Running 1D Sta 0+000

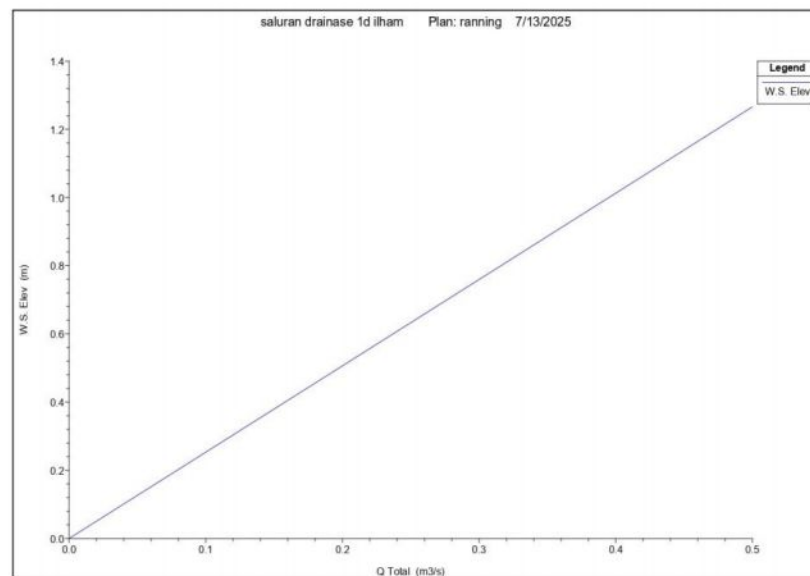


Gambar 4. 23 General Profil Plot STA 0+000

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Grafik ini menunjukkan distribusi kecepatan aliran sepanjang saluran utama dari 0 hingga 2045 meter. Sumbu vertikal menampilkan kecepatan dalam m/s, sedangkan sumbu horizontal menunjukkan jarak saluran. Tiga garis pada grafik mewakili kecepatan aliran di tengah saluran (Vel Chnl), sisi kiri (Vel Left), dan sisi kanan (Vel Right). Kecepatan aliran di tengah umumnya lebih tinggi, menunjukkan aliran utama lebih lancar dibanding sisi samping. Grafik ini membantu menganalisis efisiensi aliran dan potensi genangan akibat perubahan kecepatan di sepanjang saluran.

4. Rating Curve Dari Hasil Analisa 1D STA 0+000



Gambar 4. 24 Gambar Rating Curve Pada STA 0+000

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

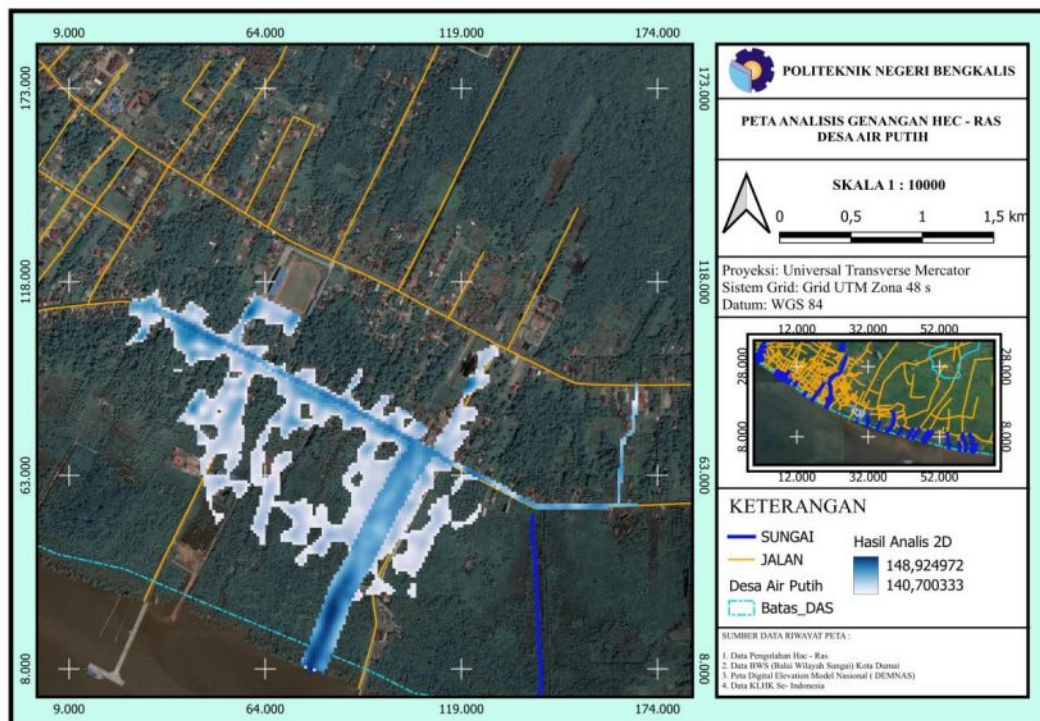
Grafik menunjukkan hubungan antara debit total aliran (Q Total) dalam satuan m^3/s pada sumbu horizontal, dan elevasi muka air (Water Surface Elevation) dalam meter pada sumbu vertikal. Grafik ini digunakan untuk menganalisis ketinggian muka air terhadap besarnya debit yang mengalir. Melalui grafik ini, dapat diketahui seberapa tinggi muka air pada berbagai besaran debit, sehingga berguna dalam mengevaluasi kapasitas saluran dan potensi limpasan atau genangan jika debit melebihi ambang batas elevasi saluran.

4.15 Hasil Analisa 2D Menggunakan Aplikasi HEC-RAS

Pemodelan ini bertujuan untuk mengetahui perilaku aliran air pada kondisi banjir rencana dengan mempertimbangkan topografi, data curah hujan, serta kondisi pasang surut pada daerah hilir. Simulasi dilakukan dengan skenario kala ulang tertentu (5, 10 tahun), Hasil Raning 2D akan di tampilkan terpisah mulai dari hasil raning debit rencana , kemudian hasil raning pasang surut , dan terakhir hasil raning debit rencana dan ROB, hasil ini akan di simulasikan per kala ulang tahun yang telah di sepakati.

4.15.1 Hasil 2D Sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi HEC-RAS 5tahun

Berikut merupakan hasil analisa 2D, baik dari simulasi menggunakan data debit banjir rencana dengan kala ulang 5 tahun, maupun dari simulasi gabungan antara data debit banjir dan pasang surut. Kedua skenario ini digunakan untuk menggambarkan sebaran genangan serta perilaku aliran air di wilayah studi secara lebih menyeluruh dan realistis.



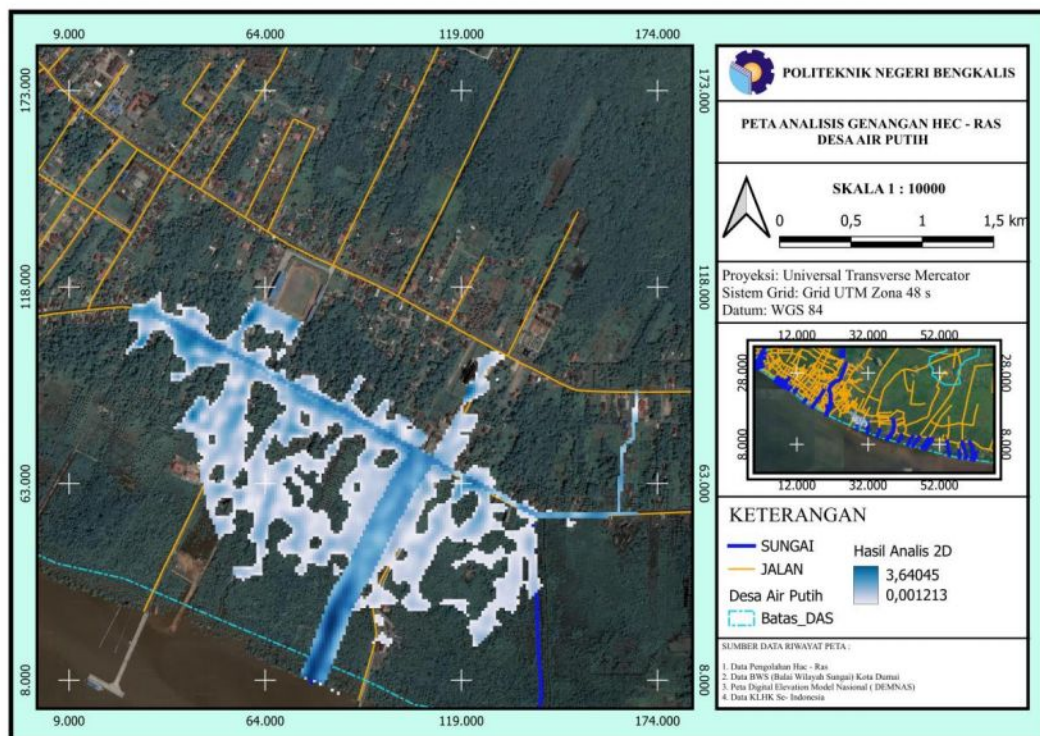
Gambar 4. 25 Gambar Hasil Analisa 2D Dengan debit Rencana 5 tahun

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari hasil analisa di atas, dapat kita lihat bahwa melalui proses running 2D dengan menggunakan data debit banjir rencana selama 5 tahun, diperoleh luasan sebaran genangan sebesar 0.3392 km². Area yang ditunjukkan dengan warna biru merepresentasikan wilayah yang tergenang air, sedangkan garis berwarna merah tua menggambarkan jalur aliran air dari saluran drainase dan sungai.

4.15.2 Hasil 2D Sungai Air Putih Menggunakan Aplikasi HEC-RAS 10 Tahun

Berikut merupakan hasil analisa 2D, baik dari simulasi menggunakan data debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun, maupun dari simulasi gabungan antara data debit banjir dan pasang surut. Kedua skenario ini digunakan untuk menggambarkan sebaran genangan serta perilaku aliran air di wilayah studi secara lebih menyeluruh dan realistis.



Gambar 4. 26 Gambar Hasil Analisa 2D Dengan debit Rencana 10 tahun

Sumber : Hasil Analisa Hec – Ras

Dari hasil analisa menggunakan kala ulang 10 tahun, dapat dilihat bahwa melalui proses running 2D dengan data debit banjir rencana, diperoleh luasan sebaran genangan sebesar 0,3841 km². Hasil ini menunjukkan adanya perbedaan

signifikan dibandingkan dengan analisa pada kala ulang 5 tahun, di mana luasan area genangan untuk 10 tahun lebih besar dan menjangkau wilayah yang sebelumnya tidak terdampak. Area yang ditampilkan dengan warna biru merepresentasikan wilayah yang tergenang air, sedangkan garis berwarna merah tua menggambarkan jalur aliran air dari saluran drainase dan sungai. Kondisi ini mengindikasikan bahwa semakin besar kala ulang, maka potensi genangan juga akan semakin meluas, terutama di daerah dengan topografi rendah dan sistem drainase yang kurang optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil simulasi ini memberikan informasi penting mengenai tingkat kerawanan banjir yang mungkin terjadi pada setiap periode kala ulang, sehingga dapat dijadikan dasar dalam perencanaan mitigasi dan penanganan banjir ke depannya.

1. Besar debit banjir rancangan drainase dengan kala ulang, 5, 10 tahun.

Berdasarkan hasil analisis hidrologi yang telah dilakukan, diperoleh besaran debit banjir rencana di wilayah Desa Air Putih. Perhitungan ini menggunakan data curah hujan dari BWS Kota Dumai serta metode hidrologi yang sesuai untuk karakteristik daerah setempat. Debit banjir ini dihitung untuk berbagai periode kala ulang, guna memperkirakan potensi kejadian banjir dengan tingkat probabilitas yang berbeda.

Adapun hasil debit banjir rencana yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Hasil Analisis Hidrologi Dengan Kala Ulang Tahun 5,10 Tahun

Tabel Nilai Max dari K3 Metode (m3/Detik)				
Tahun	Rational	Weduwen	Haspers	Debit Maximum
5	69,38	69,43	64,45	69,43
10	80,57	80,64	74,85	80,64

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

2. kemampuan penampang drainase pada kondisi eksisting berdasarkan debit dengan kala ulang , 5, 10 tahun

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kala ulang 5 tahun, ketinggian muka air mencapai 0,88 m, sedangkan elevasi tebing sungai berada pada 1,2 m, sehingga muka air masih berada di bawah elevasi tebing. Sementara itu, pada kala ulang 10 tahun, ketinggian muka air tercatat 0,92 m, dengan elevasi tebing sungai sebesar 1,3 m. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada kedua skenario kala ulang,

penampang drainase masih mampu menampung debit banjir yang terjadi, tanpa menyebabkan limpasan ke area sekitarnya.

Adapun hasil luas area potensi genangan berdasarkan kala ulang adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Tabel Hasil Analisis Potensi Genangan Di Desa Air Putih

Kala Ulang	Luas Genangan(m2)	Satuan Km2
Tinggi Debit Banjir Sungai 1D	Ketinggian Debit	Ketinggian Sungai
5 Tahun	0.88 m	1,2 m
10 Tahun	0,92 m	1,3 m

Sumber : Hasil Analisa Hac – Ras 2025

3. Besar Luasan daerah terdampak banjir akibat luapan Saluran Drainase

Berdasarkan hasil analisis menggunakan simulasi 1D dan 2D, diperoleh gambaran besaran area yang berpotensi terdampak banjir pada wilayah studi untuk kala ulang 5 tahun dan 10 tahun. Analisis ini memperhitungkan kondisi topografi, kapasitas penampang drainase, serta debit banjir rancangan, sehingga menghasilkan estimasi yang lebih akurat. Adapun rincian hasil simulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 3 Tabel Luasan Area Terdampak banjir

Kala Ulang	Luas Genangan(m2)	Satuan Km2
Luas Area Genangan Debit Rencana 1D sungai		
5 Tahun	163102,510	0,16310
10 Tahun	177436,163	0,17743
Luas Area Genangan Debit Rencana + Rob 2D		
5 Tahun	339259,85083	0.3392
10 Tahun	384062,38185	0,3841

Sumber : Hasil Analisa Hac – Ras 2025

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis kinerja saluran drainase menggunakan perangkat lunak di Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis Yaitu memberikan Saran rekomendasi mitigasi risiko banjir berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS. Berikut rekomendasi saran mitigasi untuk desa air putih

1. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan meliputi peningkatan kapasitas penampang drainase melalui normalisasi dan pengerukan sedimentasi,
2. pembangunan tanggul atau peninggian tebing sungai pada lokasi yang rawan limpasan, serta perbaikan dan pelebaran saluran di segmen yang menjadi titik penyempitan aliran
3. penerapan sistem peringatan dini berbasis tinggi muka air dan pemeliharaan rutin jaringan drainase menjadi langkah pendukung untuk mengurangi risiko genangan pada musim hujan

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, M. B., Ulfah, L., Haki, H., & Sarino, S. (2018). Simulasi karakteristik genangan banjir menggunakan HEC-RAS 5 (studi kasus Subsistem Sekanak di Kota Palembang). *Cantilever. Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 7(2), 13-24.
- Brunner, Gary W., Goodell, Chris R. & Gibson, Stanford. (2016). HEC-RAS, River Analysis System, Hydraulic Reference Manual. Davis, CA: US Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center. 962 hal. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/downloads.aspx>. (diakses 28 Oktober 2016)
- Soewarno. (2000). *Hidrologi aplikasi metode analisis*. Bandung: ITB Press.
- Limantara, Lily Montarcih. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung, ISBN 978-979-505-182-4. pp. 53-147
- Sudarmin. (2017). *Analisis hidrologi dan debit banjir*. Jakarta: Penerbit Gramedia.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi – Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Meris, A. (2020). Aplikasi HEC-RAS dalam Pengendalian Banjir Sungai Way Kandis-Lampung Selatan. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 7(1), 1-8.
- Bashori, S., & Purwono, N. A. S. (2024). Pemodelan Luapan Banjir DAS Lukulo Menggunakan Aplikasi HEC-RAS. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, 4(1), 13-27.
- Sinurat, M., Mulia, A. P., & Faisal, M. (2022). Analisis Spasial Daerah Banjir Menggunakan Hec-Ras Dan QGIS Untuk Sub Das Babura. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(1), 141-162.
- Achmad, N., Widyasari, T., & Syaifullah, M. (2021). Analisis Hujan Wilayah dengan Metode Poligon Thiessen dan Isohiet di Kabupaten Bantul Menggunakan Software Qgis dan Ms Access. *Rancang Bangun Teknik Sipil*, 7(1), 7.

Sutapa, T. I. R. (2020). Studi Perbandingan Permodelan Banjir Sungai Dolog Dengan Simulasi 1D Dan 2D Menggunakan Software HEC-RAS.

Suryadi, R., Putranto, D. D. A., & Juliana, I. C. (2022). Analisis 1D–2D Genangan Banjir pada Kawasan Perumahan Baturaja Permai, Kecamatan Baturaja Timur. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(1), 39-48.

Ashilah, H. (2025). Pemodelan Banjir HEC-RAS 2D Model dengan Kalibrasi Citra Sentinel-1 Menggunakan Google Earth Engine (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

LAMPIRAN



JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
2025

A. Lampiran Hasil Dokumentasi Dilapangan

Lampiran 1 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



Lampiran 2 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 3 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 4 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



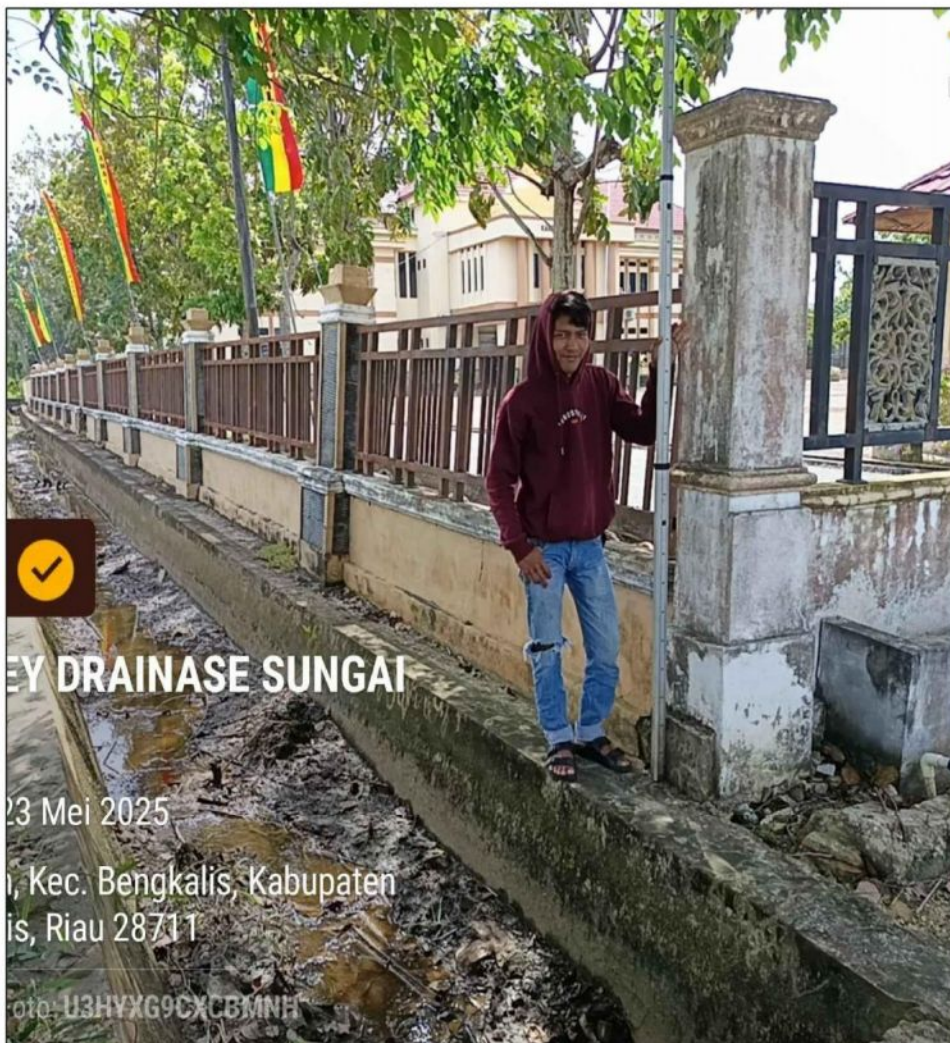
NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 5 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 6 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 7 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 8 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

Lampiran 9 Gambar Dokumentasi Lapangan 2025



NAMA	JURUSAN	SKALA	GAMBAR
ILHAM ARDIYANSYAH	TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN	1:10	DOKUMEN TASI

1. Form Survei Sungai

Lampiran 10 Lampiran Form Survei Sungai

FORM SURVEI PENGUKURAN TINGGI ELEVASI

Di Ambil Oleh
Nama Jalan
Hari/Tanggal
Halaman

:

Ilham Ardiyansyah

Kamis 22 Mei 2025
1

100

BA
BB
Sudut

=
=
=

BT
Ta 1
Ta 2

=
=
=

0
140
139

Ta 3
Ta 4

=
=
=

139
139

Stationing	No Titik	Sudut	BA	BT	BB	Jarak	Elevasi
0+000	1	53	1.535	1.445	1.351		
	2	50	1.53	1.441	1.353		
	3	50	2.271	2.181	2.09		
	4	49	2.56	2.470	2.384		
	5	46	2.568	2.481	2.393		
	6	45	2.355	2.249	2.161		
	7	43	2.085	1.995	1.912		
	8	42	1.645	1.561	1.488		
	9	38	1.509	1.527	1.545		
	10						
Stationing	No Titik	Sudut	BA	BT	BB	Jarak	Elevasi
0+100	1	76	2.08	2.028	1.983		
	2	77	2.265	2.221	2.178		
	3	69	2.47	2.425	2.383		
	4	67	2.545	2.505	2.47		
	5	62	2.385	2.35	2.315		
	6	56	2.119	2.087	2.048		
	7	48	2.023	1.994	1.964		
	8	38	1.534	1.503	1.475		
	9	22	1.275	1.247	1.218		
	10						
Stationing	No Titik	Sudut	BA	BT	BB	Jarak	Elevasi
0+200	1	136	2.413	2.378	2.34		
	2	137	2.531	2.491	2.458		
	3	137	2.772	2.74	2.705		
	4	138	2.874	2.841	2.806		
	5	139	3.562	3.532	3.503		
	6	141	2.645	3.615	2.586		
	7	142	2.374	2.352	2.331		
	8	147	2.211	2.113	2.717		
	9	167	1.686	1.74	1.661		
	10						

Stationing	No Titik	Sudut	BA	BT	BB	Jarak	Elevasi
0+300	1	108	2	1.961	1.922		
	2	109	2.12	2.138	2.155		
	3	106	2.63	2.602	2.574		
	4	104	2.844	2.802	2.76		
	5	99	2.834	2.790	2.745		
	6	93	2.313	2.542	2.77		
	7	85	2.161	2.293	2.425		
	8	58	1.952	1.937	1.921		
	9	24	1.934	1.901	1.868		
	10						
Stationing	No Titik	Sudut	BA	BT	BB	Jarak	Elevasi
0+400	1	76	2.08	2.028	1.983		
	2	77	2.265	2.221	2.178		
	3	69	2.47	2.425	2.383		
	4	67	2.545	2.505	2.47		
	5	62	2.385	2.35	2.315		
	6	56	2.119	2.087	2.048		
	7	48	2.023	1.994	1.964		
	8	38	1.534	1.503	1.475		
	9	22	1.275	1.247	1.218		
	10						
Stationing	No Titik	Sudut	BA	BT	BB	Jarak	Elevasi
0+500	1	117	2.13	2.085	2.038		
	2	115	2.145	2.108	2.069		
	3	114	2.833	2.799	2.764		
	4	115	2.998	2.898	2.865		
	5	116	2.872	2.865	2.854		
	6	114	2.968	2.442	2.915		
	7	116	2.085	2.072	2.05		
	8	120	1.642	1.635	1.627		
	9	207	1.529	1.521	1.521		
	10						

Lampiran 11 Lampiran Form Survei Sungai

[illegible]

2. Form Survei Cross Section

Lampiran 12 Form Cros Section

FORM SURVEI CROS SECTION											
Di Ambil Oleh		: Ilham Ardiyansyah									
Nama Jalan		: JL. Air Putih									
Hari/Tanggal		: Kamis 22 Mei 2025									
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+000	1	90	1,835	0,821	1,3	0+400	1	178,5	2,01	1,02	1,515
	2	92	1,932	0,945	1,4385		2	176,5	2,048	1,052	1,55
	3	93	2,005	1,014	1,5095		3	176	2,629	1,631	2,13
	4	93	2,282	1,775	2,0285		4	176	2,74	1,74	2,24
	5	93	2,765	1,774	2,2695		5	175,5	2,75	1,76	2,255
	6	93	2,695	1,725	2,21		6	175	2,769	1,772	2,2705
	7	93,5	2,324	1,545	1,9345		7	175	2,685	1,69	2,1875
	8						8	175	2,7	1,7	2,2
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+100	1	169	1,454	1,414	1,434	0+450	1	179	2,21	0,72	1,465
	2	173,5	1,582	1,513	1,5475		2	177,9	2,511	1,021	1,766
	3	174	1,667	1,586	1,6265		3	177	2,659	1,16	1,9095
	4	174	2,424	2,34	2,382		4	177	3,285	1,78	2,5325
	5	174	2,416	2,331	2,3735		5	177	3,285	1,78	2,5325
	6	174	2,422	2,329	2,3755		6	170,8	3,3	1,8	2,55
	7	173	1,954	1,858	1,906		7	176,5	2,925	1,445	2,185
	8	173	2,025	1,924	1,9745		8	176,3	2,925	1,445	2,185
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+200	1	266	2,06	1,075	1,5675	0+465	1	359	1,888	0,825	1,3565
	2	264	2,18	1,185	1,6825		2	1	1,875	0,805	1,34
	3	263	2,268	1,275	1,7715		3	2	2,348	1,275	1,8115
	4	263	2,94	2	2,47		4	2	2,745	1,66	2,2025
	5	263	2,92	1,94	2,43		5	2,5	2,745	1,66	2,2025
	6	262,5	3,025	2,03	2,5275		6	2,5	2,755	1,684	2,2195
	7	262	2,5	1,52	2,01		7	2,5	2,535	1,455	1,995
	8						8	3	2,5	1,415	1,9575
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+300	1	71	1,422	1,388	1,405	0+480	1	0	1,814	0,855	1,3345
	2	80	1,502	1,435	1,4685		2	2,5	1,833	0,867	1,35
	3	81	1,592	1,515	1,5535		3	3	2,356	1,385	1,8705
	4	81	2,378	2,299	2,3385		4	3,5	2,512	1,543	2,0275
	5	81,5	2,389	2,303	2,346		5	3,5	2,525	1,554	2,0395
	6	82	2,357	2,27	2,3135		6	3,5	2,523	1,552	2,0375
	7	81,5	1,736	1,646	1,691		7	4	2,513	1,55	2,0315
	8	82	1,781	1,685	1,733		8	4	2,405	1,315	1,86
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				

Lampiran 13 Form Cros Section

FORM SURVEI CROS SECTION											
Di Ambil Oleh		: Ilham Ardiyansyah									
Nama Jalan		: Jl. Air Putih									
Hari/Tanggal		: Kamis 22 Mei 2025									
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+490	1	1	1,764	0,9	1,332	0+834	1	56	234,8	225,5	230,15
	2	2	1,81	0,94	1,375		2	61	261	253,3	257,15
	3	4,5	2,54	1,585	2,0625		3	69,5	220,1	211,8	215,95
	4	4,5	2,505	1,635	2,07		4	74,5	238,5	227,7	233,1
	5	4,5	2,515	1,645	2,08		5	61	233,4	244,6	239
	6	5	2,526	1,653	2,0895		6				
	7	5	2,415	1,545	1,98		7				
	8	5,5	2,345	1,482	1,9135		8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+590	1	161	1,411	1,279	1,345	0+834	1	268,5	158,2	154,7	156,45
	2	149	1,515	1,368	1,4415		2	261,5	208,3	206,6	207,45
	3	145	1,528	1,374	1,451		3	253,5	228,7	225,1	226,9
	4	144,5	2,09	1,934	2,012		4	242	289,8	205,6	247,7
	5	143	1,955	1,798	1,8765		5	256,6	144,8	140,5	142,65
	6	142	1,854	1,69	1,772		6				
	7	141	1,687	1,52	1,6035		7				
	8	139	1,515	1,343	1,429		8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+690	1	177	1,835	0,709	1,272	0+890	1	174	1,482	0,975	1,2285
	2	175,5	1,995	0,86	1,4275		2	170	1,538	1,024	1,281
	3	175	1,985	0,847	1,416		3	168,5	1,678	1,165	1,4215
	4	175	2,625	1,47	2,0475		4	168	2,21	1,695	1,9525
	5	175	2,555	1,38	1,9675		5	168	2,28	1,723	2,0015
	6	175	2,514	1,248	1,881		6	167,5	2,215	1,7	1,9575
	7						7	167	1,867	1,344	1,6055
	8						8	166,5	1,925	1,415	1,67
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
0+790	1	187	1,815	1,1	1,4575	0+990	1	176	181,5	31	106,25
	2	189	1,5	1,137	1,3185		2	174,5	187,2	37	112,1
	3	60,5	1,952	1,223	1,5875		3	174	197,5	47,5	122,5
	4	191	2,625	1,694	2,1595		4	174	261,3	111,2	186,25
	5	191	2,65	1,914	2,282		5	174	256,9	106,9	181,9
	6	191	2,645	1,91	2,2775		6	174	254,2	104,8	179,5
	7	191,5	2,013	1,273	1,643		7	173,8	207,8	57,5	132,65
	8	192	1,916	1,175	1,5455		8	173,5	221,3	70,2	145,75
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				

Lampiran 14 Form Cros Section

FORM SURVEI CROS SECTION											
Di Ambil Oleh		: Ilham Ardiyansyah									
Nama Jalan		: JL. Air Putih									
Hari/Tanggal		: Kamis 22 Mei 2025									
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+090	1	183,9	208,9	110	159,45	1+290	1	170,5	165,2	40,5	102,85
	2	185,5	212,8	113,3	163,05		2	175	175,5	46,3	110,9
	3	186	225,7	120,2	172,95		3	174,5	189,3	60	124,65
	4	186,5	290,7	196,5	243,6		4	174	272,4	168,5	220,45
	5	187	283	188,9	235,95		5	174	257,6	147,5	202,55
	6	187,2	282	192	237		6	179,5	246,5	135	190,75
	7	187	291,8	146,8	219,3		7	173,5	204,5	94,5	149,5
	8	187,8	240,7	137,5	189,1		8	173	201,3	86,5	143,9
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+190	1	160,5	142,6	117,5	130,05	1+390	1	216	163	99,2	131,1
	2	162	154,3	138,7	146,5		2	219	163,3	101,5	132,4
	3	160	162,1	136,3	149,2		3	220	168,5	106,7	137,6
	4	159	240,2	214,4	227,3		4	220	238	173	205,5
	5	158,5	242,3	216,1	229,2		5	220,2	240	176	208
	6	158	244,5	218,5	231,5		6	220,9	208,9	144,8	176,85
	7	157,5	183,4	157,5	170,45		7	220,5	201	137	169
	8	156,5	185,8	159	172,4		8	221	208	144	176
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+290	1	170,5	165,2	40,5	102,85	1+490	1	159	170,0	136,9	153,45
	2	175	175,5	46,3	110,9		2	163,5	179,0	144	161,5
	3	174,5	189,3	60	124,65		3	162,2	186,0	151	168,5
	4	174	272,4	168,5	220,45		4	162	270,8	235,2	253
	5	174	257,6	147,5	202,55		5	161,2	271	236	253,5
	6	179,5	246,5	135	190,75		6	161	269,3	234	251,65
	7	173,5	204,5	94,5	149,5		7	160,9	229,8	194,3	212,05
	8	173	201,3	86,5	143,9		8	160	227,8	192	209,9
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+226	1	10,5	202,8	161,2	182	1+590	1	216	144,0	138	141
	2	10	204,4	164,2	184,3		2	187,0	152,6	147,9	150,25
	3	10,6	354,5	284,5	319,5		3	176,0	163,3	157,9	160,6
	4	11	356,5	319,8	338,15		4	173	242,4	237	239,7
	5	11,5	294,6	255,8	275,2		5	169,0	243,5	238,3	240,9
	6	12	204,5	170	187,25		6	167,5	241,8	236,3	239,05
	7	14,5	181,4	151,3	166,35		7	165,0	188,9	183,4	186,15
	8						8	161	191,6	185,4	188,5
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				

Lampiran 15 Form Cros Section

FORM SURVEI CROS SECTION											
Di Ambil Oleh		: Ilham Ardiyansyah									
Nama Jalan		: JL. Air Putih									
Hari/Tanggal		: Jumat 23 Mei 2025									
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+700	1	358,5	184,0	132	158	1+755	1	128,5	154,9	149,1	152
	2	2,0	188,7	136,8	162,75		2	107	168,9	160,7	164,8
	3	3,2	216,9	154,8	185,85		3	105,5	171,5	172,7	172,1
	4	3,5	286,5	234,2	260,35		4	105	260,9	252	256,45
	5	3,9	287,3	235	261,15		5	104	263,7	254,5	259,1
	6	4	288,0	236	262		6	104,9	262,2	252,6	257,4
	7	4,2	231,2	179,8	205,5		7	102,6	214,9	205,3	210,1
	8	5	227,2	174,9	201,05		8	100	218,1	207,7	212,9
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+720	1	359	171,7	140	155,85	1+765	1	147,7	158,4	143,1	150,75
	2	5	181	148,5	164,75		2	135,5	177,3	160,7	169
	3	7	201,9	169,2	185,55		3	132,7	190	172,8	181,4
	4	7,5	283,2	250,5	266,85		4	131,5	254,7	237,4	246,05
	5	8	278,1	245	261,55		5	130,9	255,9	238,7	247,3
	6	8,2	281,2	248,2	264,7		6	130	255	237,6	246,3
	7	10	236,9	203	219,95		7	129,5	218,9	201,4	210,15
	8	9	238,5	205	221,75		8	126,5	219,3	201,5	210,4
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+730	1	0,5	165	143	154	1+775	1	150	163,9	137,5	150,7
	2	9,7	178,5	156	167,25		2	142,5	178,1	151,6	164,85
	3	12	197,5	174	185,75		3	140,5	193,0	166,2	179,6
	4	12,8	267,6	243,8	255,7		4	140	241,0	234,1	237,55
	5	13,1	265	241	253		5	139,2	262	235,1	248,55
	6	14	268,3	245	256,65		6	138,5	241,5	234	237,75
	7	14	222,8	198,8	210,8		7	138,0	232,2	205	218,6
	8						8	137	229,8	202,4	216,1
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+745	1	18	152,2	145,4	148,8	1+875	1	0,5	187,3	69	128,15
	2	34	166,4	157	161,7		2	2,0	197,2	75	136,1
	3	40	186,7	176,5	181,6		3	2,5	205,0	78,8	141,9
	4	41	263,8	243,2	253,5		4	2,5	283,2	165	224,1
	5	42,2	268,2	257,5	262,85		5	3,0	283,5	164,7	224,1
	6	43	265,8	254,6	260,2		6	3	280,0	161,5	220,75
	7	43,5	225,2	214,1	219,65		7	3,0	232,6	113,6	173,1
	8	45,5	226,1	214,2	220,15		8	3,5	230,6	127	178,8
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				

Lampiran 16 Form Cros Section

FORM SURVEI CROS SECTION										
Di Ambil Oleh		: Ilham Ardiyansyah								
Nama Jalan		: JL. Air Putih								
Hari/Tanggal		: Jumat 23 Mei 2025								

STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+975	1	3,5	152,5	134,3	143,4		1				
	2	15,5	158	138,7	148,35		2				
	3	18	165,3	146,1	155,7		3				
	4	19	250,5	231,1	240,8		4				
	5	19,5	250,4	231,2	240,8		5				
	6	20	247,5	227,9	237,7		6				
	7	21	207,2	188	197,6		7				
	8	23	202,3	182,7	192,5		8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
1+995	1	115	147,3	143,6	145,45		1				
	2	117	155,5	148,6	152,05		2				
	3	104	164,8	157,1	160,95		3				
	4	103,5	246,8	238,9	242,85		4				
	5	103	247,5	239,1	243,3		5				
	6	103	248,9	240,4	244,65		6				
	7	102,5	197	168,4	182,7		7				
	8	105	195,5	185,5	190,5		8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
2+005	1	169	176,1	122,8	149,45		1				
	2	165,5	185,3	132,2	158,75		2				
	3	164	212,1	158	185,05		3				
	4	164,5	270,8	215	242,9		4				
	5	164,5	273	217,2	245,1		5				
	6	164	266,3	210,5	238,4		6				
	7	164	220,6	160,2	190,4		7				
	8	163	224,9	164,8	194,85		8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT	STA	No Titik	Sudut	BA	BB	BT
2+045	1	230	140,2	133,9	137,05		1				
	2	198,0	139,4	134,5	136,95		2				
	3	183,0	154,8	150,1	152,45		3				
	4	179	232,4	227	229,7		4				
	5	176,0	229,6	224,6	227,1		5				
	6	174	234,4	229,5	231,95		6				
	7	172,0	173,6	168,5	171,05		7				
	8	166	173,3	168,2	170,75		8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				

C. Lampiran Data BWS Kota Dumai

Lampiran 17 Lampiran Data BWS Kota Dumai

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2014	174,9
2015	62,2
2016	90,3
2017	145,1
2018	127,1
2019	60,8
2020	97,1
2021	82,7
2022	92,5
2023	88,3
N = 10 tahun	1021

D. Uji Probabilitas Data Curah Hujan

1. Metode Normal

Lampiran 18 Lampiran Hasil Perhitungan Metode Normal

METODE NORMAL				
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	XI - XRT	(XO-XRT)^2
1	2014	174,9	72,80	5299,84
2	2015	62,2	-39,90	1592,01
3	2016	90,3	-11,80	139,24
4	2017	145,1	43,00	1849,00
5	2018	127,1	25,00	625,00
6	2019	60,8	-41,30	1705,69
7	2020	97,1	-5,00	25,00
8	2021	82,7	-19,40	376,36
9	2022	92,5	-9,60	92,16
10	2023	88,3	-13,80	190,44
JUMLAH		1021		11894,74
Xrt		102,10		
SD		36,35		

Lampiran 19 Lampiran Periode ulang , Metode Normal

No	Periode Ulang	Xrt	Kt	S	XT
1	5	102,10	0,84	36,35	132,64
2	10	102,10	1,28	36,35	148,63

2. Metode Log Normal

Lampiran 20 Lampiran Hasil Perhitungan Metode Log Normal

Metode Log Normal					
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Log Xi	Log Xi - Log xrt	(Log Xi - Log Xtr)^2
1	2014	174,9	2,24	0,26	0,066
2	2015	62,2	1,79	-0,19	0,037
3	2016	90,3	1,96	-0,03	0,001
4	2017	145,1	2,16	0,18	0,031
5	2018	127,1	2,10	0,12	0,014
6	2019	60,8	1,78	-0,20	0,041
7	2020	97,1	1,99	0,00	0,000
8	2021	82,7	1,92	-0,07	0,005
9	2022	92,5	1,97	-0,02	0,000
10	2023	88,3	1,95	-0,04	0,002
JUMLAH			19,86		0,20
LOG Xrt			1,99		
S Log X			0,15		

Lampiran 21 Lampiran Periode ulang , Metode Log Normal

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xr	Xt
1	5	1,99	0,84	0,15	2,11	128,79
2	10	1,99	1,28	0,15	2,17	149,57

3. Metode Gumbel

Lampiran 22 Lampiran Hasil Perhitungan Metode Gumbel

Metode Gumbel				
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Xi-Xrt	(Xi-Xrt)^2
1	2014	174,9	138,55	19194,90

Metode Gumbel				
NO	TAHUN	HUJAN	Xi-Xrt	(Xi-Xrt)^2
2	2015	62,2	25,85	668,00
3	2016	90,3	53,95	2910,13
4	2017	145,1	108,75	11825,62
5	2018	127,1	90,75	8234,78
6	2019	60,8	24,45	597,59
7	2020	97,1	60,75	3690,04
8	2021	82,7	46,35	2147,92
9	2022	92,5	56,15	3152,34
10	2023	88,3	51,95	2698,35
JUMLAH		1021,00		55119,66
LOG Xrt		102,10		
SX		36,35		

Lampiran 23 Lampiran Periode ulang , Metode Gumbel

No	Periode Ulang	Xrt	Yt	Yn	Sn	Kt	Sx	Nt
1	5	102,10	1,4999	0,4952	0,9497	1,0579	36,35	140,56
2	10	102,10	2,2504	0,4952	0,9497	1,8482	36,35	169,29

4. Metode Log Pearson Type III

Lampiran 24 Lampiran 20 Lampiran Hasil Perhitungan Metode Log Pearson Type III

No	Tahun	Hujan Harian	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt)^2	(Log Xi – Log Xrt)^3
1	2014	174,9	2,24	0,26	0,07	0,02
2	2015	62,2	1,79	-0,19	0,04	-0,01
3	2016	90,3	1,96	-0,03	0,00	0,00
4	2017	145,1	2,16	0,18	0,03	0,01
5	2018	127,1	2,10	0,12	0,01	0,00
6	2019	60,8	1,78	-0,20	0,04	-0,01
7	2020	97,1	1,99	0,00	0,00	0,00
8	2021	82,7	1,92	-0,07	0,00	0,00
9	2022	92,5	1,97	-0,02	0,00	0,00
10	2023	88,3	1,95	-0,04	0,00	0,00
Jumlah			19,86		0,20	0,0083
Log Xrt			1,99			

No	Tahun	Hujan Harian	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt) ²	(Log Xi – Log Xrt) ³
S Log X			0,15			

Lampiran 25 Lampiran Periode ulang , Metode Log Pearson Type III

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xr	Xt
1	5	1,99	0,84	0,15	2,11	128,79
2	10	1,99	1,28	0,15	2,17	149,57

E. Uji Kecocokan Chi-Kuadrat (Chi-Square)

Lampiran 26 Lampiran Nilai X2 Gumbel

Gumbel					
Kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 140,561	2	2	0	0,00
2	108.857 - 140,561	2	1	-1	0,50
3	86,490 - 108.857	2	4	2	2,00
4	64,927- 86,490	2	3	1	0,50
5	< 64,927	2	0	-2	2,00
Σ		10	10		5,00

Lampiran 27 Lampiran Nilai X2 Normal

Normal					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 132,638	2	2	0	0,00
2	111,189 - 132,638	2	1	-1	0,50
3	93,011 - 111,189	2	1	-1	0,50
4	71,562 - 93,011	2	4	2	2,00
5	< 71,562	2	2	0	0,00
Σ		10	10		3,00

Lampiran 28 Lampiran Nilai X2 Log Normal

Log Normal					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 128,793	2	2	0	0,00
2	105,387- 128,793	2	1	-1	0,50
3	88,915- 105,387	2	3	1	0,50
4	72,756 - 88,915	2	2	0	0,00
5	< 72,756	2	2	0	0,00

Σ		10	10		1,00
----------	--	----	----	--	------

Lampiran 29 Lampiran Nilai X2 Log Pearson Type III

Log Pearson Type III					
Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef)^2/Ef
1	> 152,722	2	3	1	0,50
2	97,098 - 152,722	2	1	-1	0,50
3	82,929- 97,098	2	3	1	0,50
4	72,411 - 82,929-	2	1	-1	0,50
5	< 72,411	2	2	-1	0,00
Σ		10	10		2,00

Lampiran 30 Lampiran Rekapitulasi Dari Perhitungan Chi-Kuadrat

Uji Chi – Kuadrat				
Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Chi Kuadrat Hitung (X2)	5,00	3,00	1,00	2,00
Chi Kuadrat Kritis (X2cr)	5,991	5,991	5,991	5,991
Hipotesa	TERIMA	TERIMA	TERIMA	TERIMA

F. Uji Kecocokan Smirnov Kolmogorof

Lampiran 31 Lampiran Data Uji Smirnov - Kolmogorof Metode Normal

NORMAL						
i	Xi (dari besar ke kecil)	P (Xi)	f(t)	luas dibawah kurva	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7 = 6-3
1	174,9	0,09	2,00	0,9798	0,0202	0,071
2	145,1	0,18	1,18	0,8508	0,1492	0,033
3	127,1	0,27	0,69	0,8389	0,1611	0,112
4	97,1	0,36	-0,14	0,3936	0,6064	0,243
5	92,5	0,45	-0,26	0,3264	0,6736	0,219
6	90,3	0,55	-0,32	0,3264	0,6736	0,128
7	88,3	0,64	-0,38	0,2981	0,7019	0,066
8	82,7	0,73	-0,53	0,2981	0,7019	0,025
9	62,2	0,82	-1,10	0,1788	0,8212	0,003
10	60,8	0,91	-1,14	0,1788	0,8212	0,088
JUMLAH	1021,00					
Xrt	102,10					

NORMAL						
i	Xi (dari besar ke kecil)	P (Xi)	f(t)	luas dibawah kurva	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7 = 6-3
S	36,35					
Max						0,243

Lampiran 32 Lampiran Data Uji Smirnov - Kolmogorof Metode Log Normal

Log Normal							
i	Xi (dari besar ke kecil)	Log Xi	P (Xi)	f (t)	luas dibawah kurva	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8 = 7-4
1	174,9	2,24	0,09	1,74	0,9664	0,03	0,06
2	145,1	2,16	0,18	1,19	0,8729	0,13	0,05
3	127,1	2,10	0,27	0,80	0,8643	0,14	0,14
4	97,1	1,99	0,36	0,01	0,4443	0,56	0,19
5	92,5	1,97	0,45	-0,13	0,3483	0,65	0,20
6	90,3	1,96	0,55	-0,20	0,3483	0,65	0,11
7	88,3	1,95	0,64	-0,27	0,3121	0,69	0,05
8	82,7	1,92	0,73	-0,46	0,3121	0,69	0,04
9	62,2	1,79	0,82	-1,30	0,1379	0,86	0,04
10	60,8	1,78	0,91	-1,37	0,1379	0,86	0,05
JUMLAH	1021,00						
Log Xrt	1,99						
S Log X	0,15						
Max							0,20

Lampiran 33 Lampiran Data Uji Smirnov - Kolmogorof Metode Gumbel

Tabel perhitungan uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnof Kalmogorof									
No	Ranking	P (Xi)	f (t)	Yn	Sn	Yt	T	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 = 9-3
1	174,9	11,000	2,00	0,4952	0,949	2,397	11,5	0,086	10,913
2	145,1	5,500	1,18	0,4952	0,949	1,619	5,565	0,179	5,3203
3	127,1	3,667	0,69	0,4952	0,949	1,148	3,681	0,271	3,3950
4	97,1	2,750	-0,14	0,4952	0,949	0,365	1,831	0,546	2,2038
5	92,5	2,200	-0,26	0,4952	0,949	0,244	1,643	0,608	1,5913
6	90,3	1,833	-0,32	0,4952	0,949	0,187	1,643	0,608	1,2246

Tabel perhitungan uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnof Kalmogorof									
No	Ranking	P (Xi)	f (t)	Yn	Sn	Yt	T	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 = 9-3
7	88,3	1,571	-0,38	0,4952	0,949	0,135	1,574	0,635	0,9361
8	82,7	1,375	-0,53	0,4952	0,949	-0,012	1,574	0,635	0,7396
9	62,2	1,222	-1,10	0,4952	0,949	-0,547	1,303	0,767	0,4550
10	60,8	1,100	-1,14	0,4952	0,949	-0,584	1,303	0,767	0,3328
JUMLAH	1021								
Xrt	102,10								
SD	36,35								
Max									10,913

Lampiran 34 Lampiran Data Uji Smirnov - Kolmogorof Metode Log Pearson Type III

Log Pearson Type III						
No (Xi)	Rangking	Log (Xi)	P (Xi)	f(t)	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7= 6-4
1	174,9	2,2428	0,091	1,74	0,1886	0,0977
2	145,1	2,1617	0,182	1,19	0,0870	0,0948
3	127,1	2,1041	0,273	0,80	0,0528	0,2199
4	97,1	1,9872	0,364	0,01	-0,0012	0,3649
5	92,5	1,9661	0,455	-0,13	0,0205	0,4341
6	90,3	1,9557	0,545	-0,20	0,0182	0,5273
7	88,3	1,9460	0,636	-0,27	0,0160	0,6204
8	82,7	1,9175	0,727	-0,46	0,0097	0,7176
9	62,2	1,7938	0,818	-1,30	0,0104	0,8078
10	60,8	1,7839	0,909	-1,37	0,0100	0,8990
JUMLAH	1021					
Log X	1,99					
S Log X	0,15					
Cs	0,36					
Max						0,8990

Lampiran 35 Rekapitulasi Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorov				
Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Smirnov Hitung (Δp)	0,24	0,20	10,13	0,89
Smirnov Kritis (Δp)	0,41	0,41	0,41	0,41
Hipotesa	TERIMA	TERIMA	TIDAK	TIDAK

Lampiran 36 Lampiran Hasil Perhitungan Hujan Rencana kala ulang 5,10,25 tahun

NO	Periode ulang T	Curah hujan rencana (mm)			
		Metode distribusi frekuensi			
		Normal	Gumbel	Log normal	Log Pearson Type III
1	5	132,64	140,56	128,793	128,79
2	10	148,63	169,29	149,572	149,57

G. Perhitungan Debit Rencana**1. Metode Rational****Lampiran 37 Tabel Data Survei 5 Tahun**

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,793	mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,25201	Km2
Panjang Sungai	L	600	km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	m
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	%

Lampiran 38 Tabel Perhitungan Debit 5tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	128,793	m/detik
Waktu	T	1,87	jam
Intensitas	I	68,88	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,5	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	69,38	m3/detik

Lampiran 39 Tabel Perhitungan Debit 10 Tahun

Perhitungan 10 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	10 Tahun	149,57	m/detik
Waktu	T	1,87	jam
Intensitas	I	79,99	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	80,57	m3/detik

Lampiran 40 Rekapitulasi Debit Rencana Metode Rational

Rekapitulasi metode Rational		
METODE	5 Tahun	10 Tahun
Metode Rational	69,38	80,57

2. Metode Weduwen**Lampiran 41 Tabel Data Survei 5 Tahun**

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,7928	mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,25201	Km2
Panjang Sungai	L	600	km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	m
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	-

Lampiran 42 Tabel Perhitungan Debit 5tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	128,7928	m/detik
Waktu	T	1,87	jam
Intensitas	I	68,88	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0.50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	69,43	m3/detik

Lampiran 43 Tabel Perhitungan Debit 10 tahun

Perhitungan 10 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	10 Tahun	149,57	m/detik
Waktu	T	1,87	jam
Intensitas	I	79,99	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	80,64	m3/detik

Lampiran 44 Rekapitulasi Debit Rencana Metode Weduwen

Rekapitulasi metode Weduwen		
METODE	5 Tahun	10 Tahun
Metode Weduwen	69,43	80,64

3. Metode Haspers

Lampiran 45 Tabel Data Survei 5 Tahun

Data Yang Diperlukan			
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	5 Tahun	128,7928	mm
Curah hujan Rata – Rata Tahunan	10 Tahun	149,572	mm
Luas daerah Pengaliran	A	7,25201	Km2
Panjang Sungai	L	600	km
Perbedaan Elevasi Hulu dan Lokasi	Δh	0,40	m
Kemiringan Rata – Rata	S	0,0007	-

Lampiran 46 Tabel Perhitungan Debit 5tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	128,7928	m/detik
Waktu	T	1,87	jam
Intensitas	I	68,88	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Kemiringan Slope	s	0,0007	m3/detik
Debit	Q	64,45	jam

Lampiran 47 Tabel Perhitungan Debit 10 tahun

Perhitungan 5 TAHUN			
Curah Hujan Rata-Rata	10 Tahun	149,57	m/detik
Waktu	T	1,87	jam
Intensitas	I	79,99	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	7,2520124	Km2
Konstanta	-	0,278	-
Kemiringan Slope	s	0,0007	m3/detik
Debit	Q	74,85	jam

Lampiran 48 Rekapitulasi Debit Rencana Metode Haspers

Rekapitulasi metode Weduwen		
METODE	5 Tahun	10 Tahun
Metode Haspers	64,45	74,85

4. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Dengan Kala Ulang 5, dan 10 Tahun

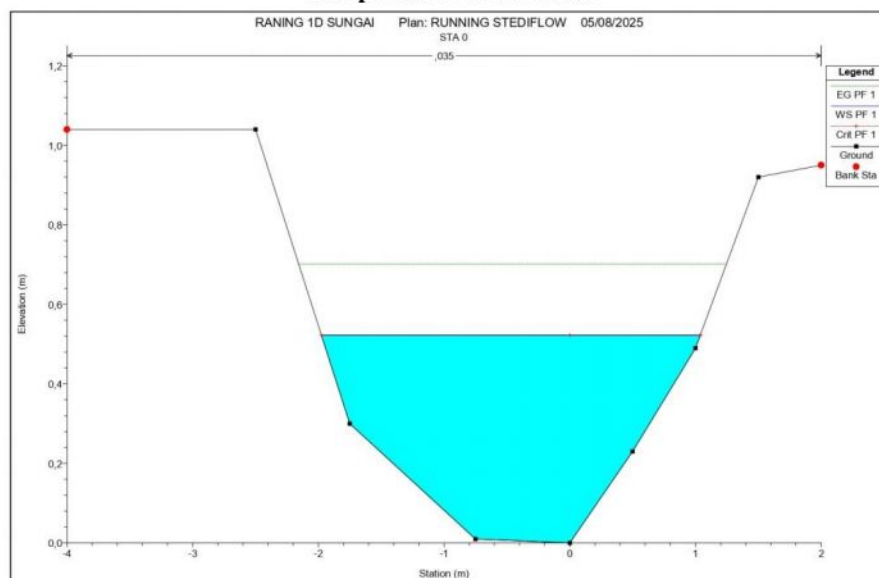
Lampiran 49 Tabel Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

Tabel Nilai Max dari K3 Metode (m3/Detik)

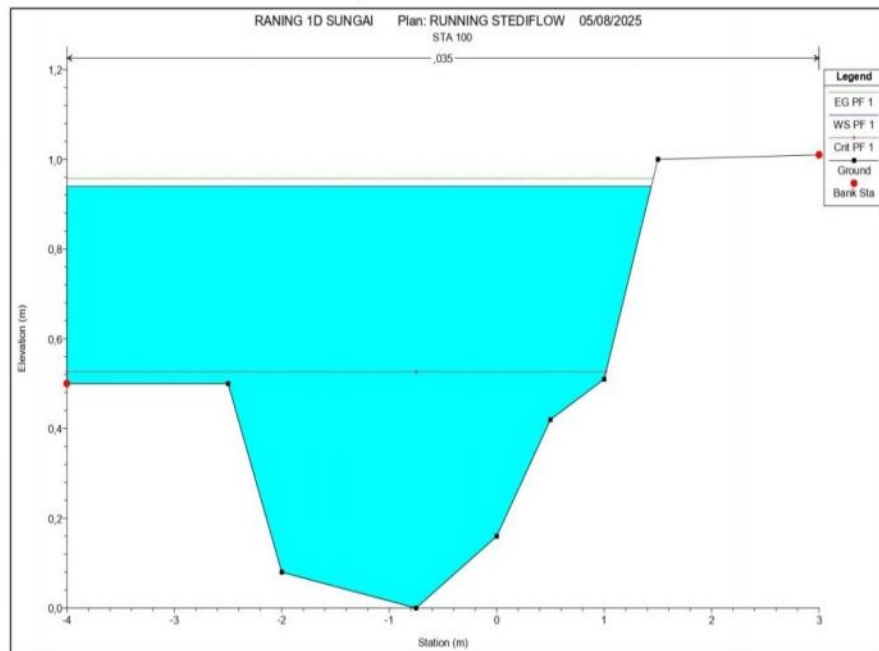
Tahun	Rational	Weduwen	Haspers	Debit Maximum
5	69,38	69,43	64,45	69,43
10	80,57	80,64	74,85	80,64

H. Hasil Runing 1D Sungai

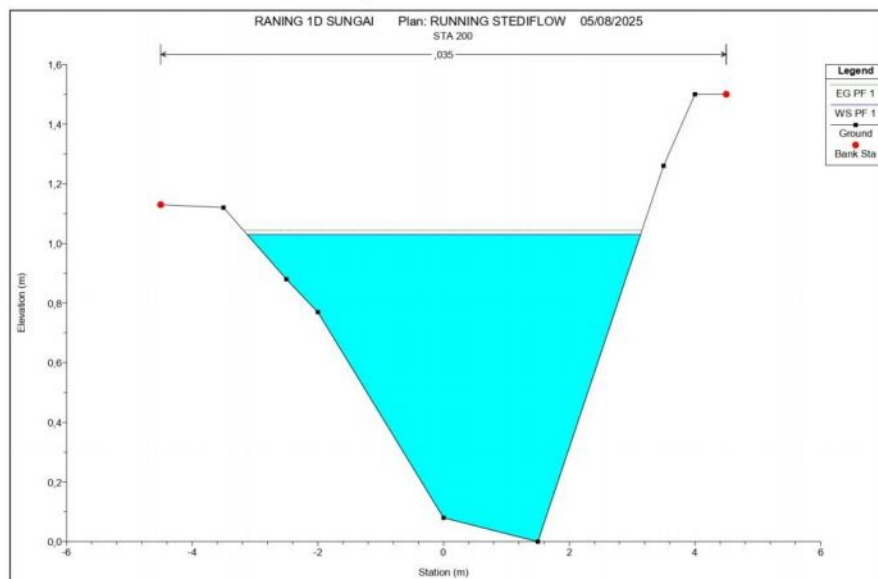
Lampiran 50 STA 0+000



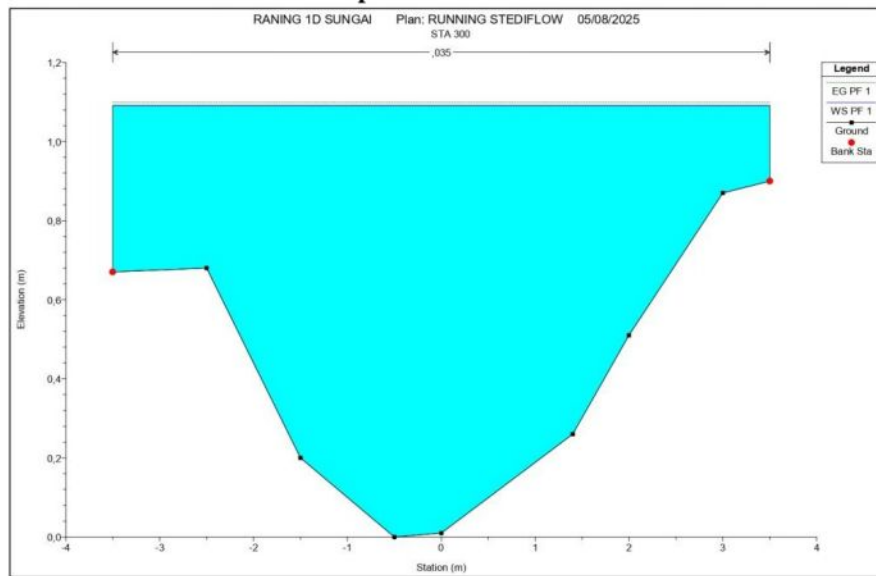
Lampiran 51 STA 0+100



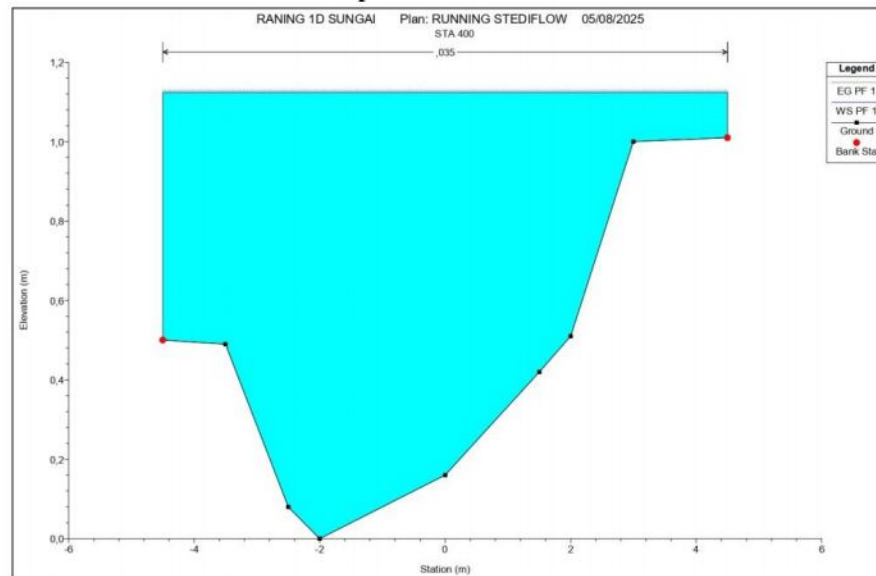
Lampiran 52 STA 0+200



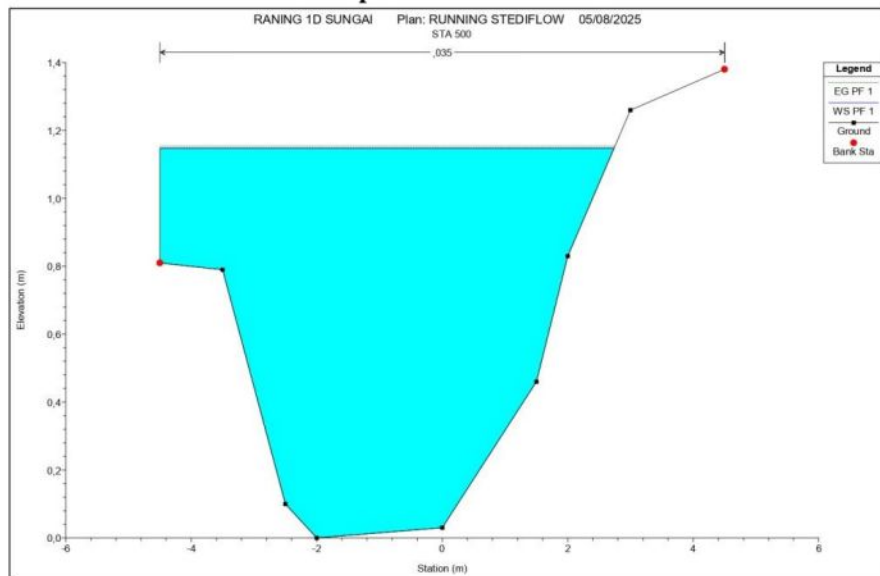
Lampiran 53 STA 0+300



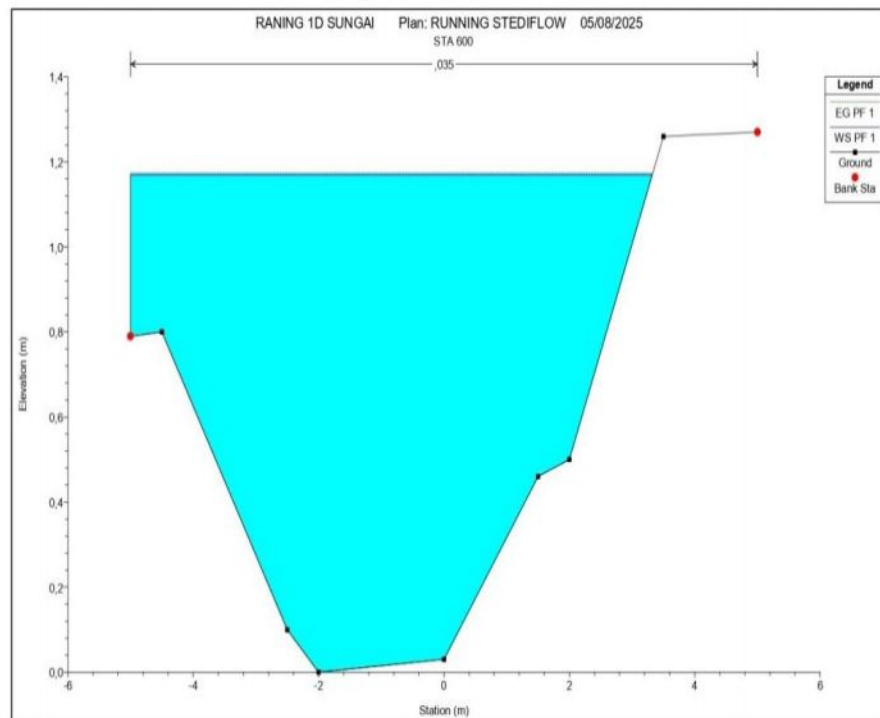
Lampiran 54 STA 0+400



Lampiran 55 STA 0+500



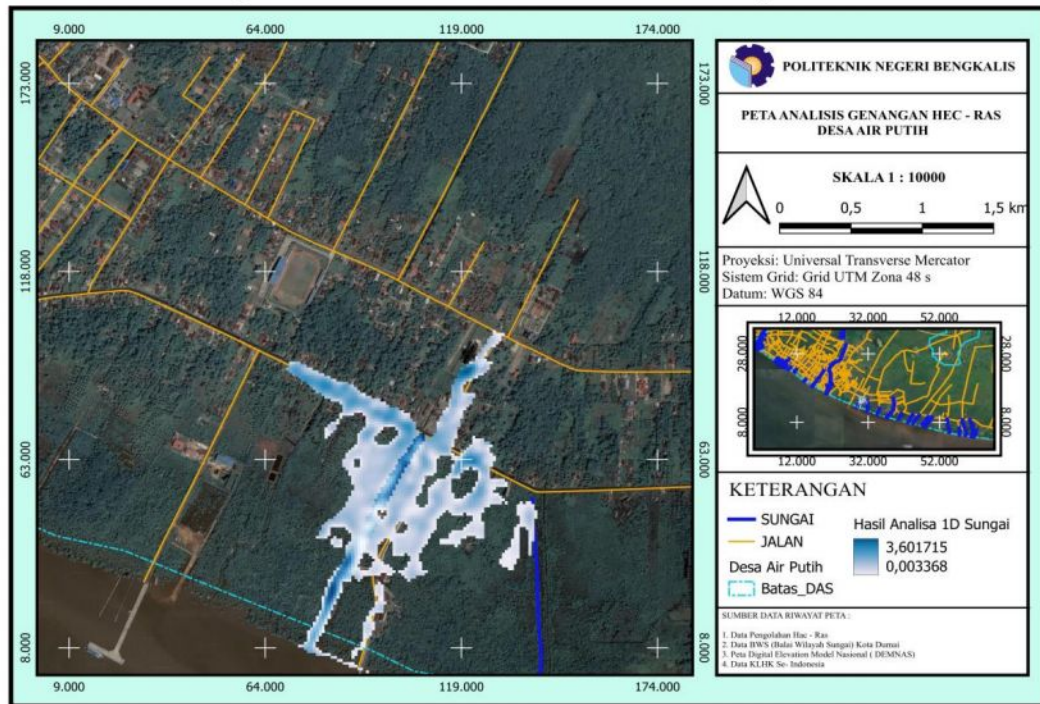
Lampiran 56 STA 0+600



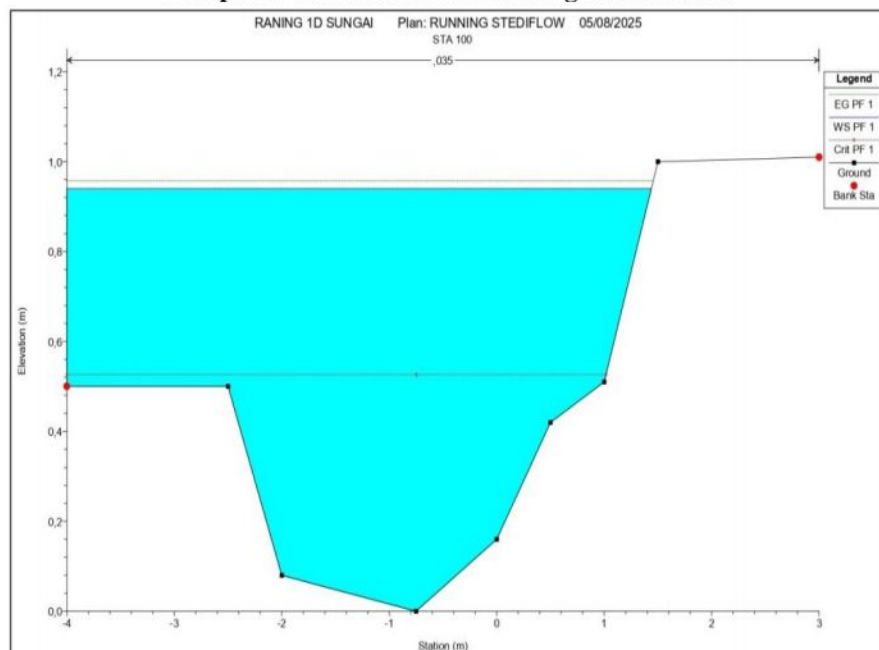
I. Lampiran Analisa 1D

1. Lampiran 1D Hasil Aanalisa Sungai Desa Air Putih 5 tahun

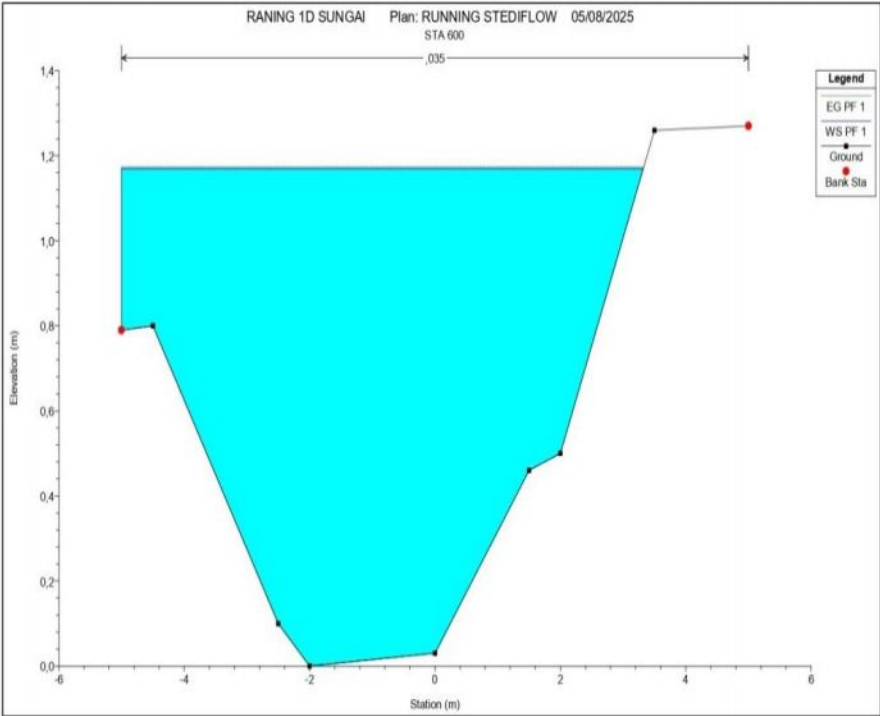
Lampiran 57 Gambar Hasil Analisa 1D kala ulang 5 Tahun



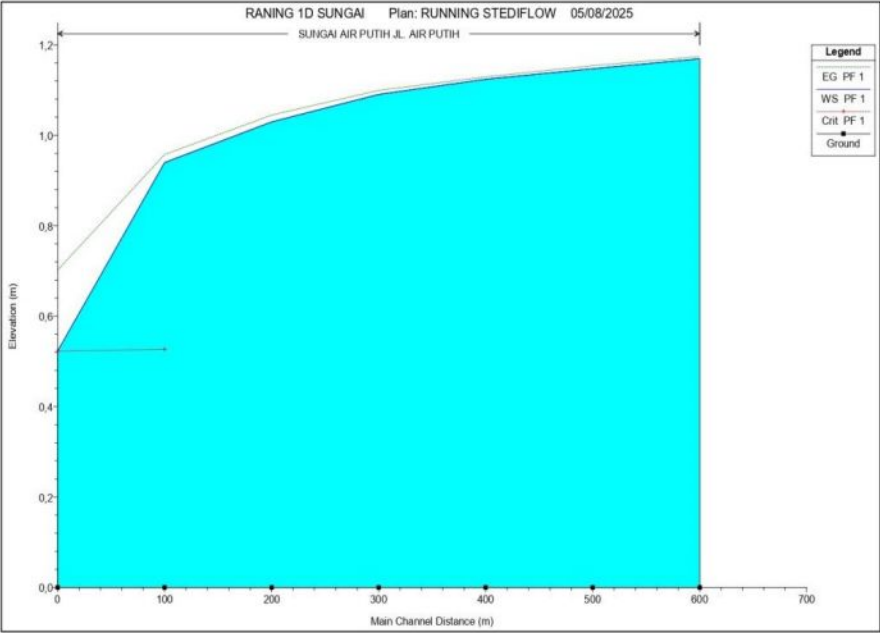
Lampiran 58 Gambar Elevasi Sungai STA 0+000



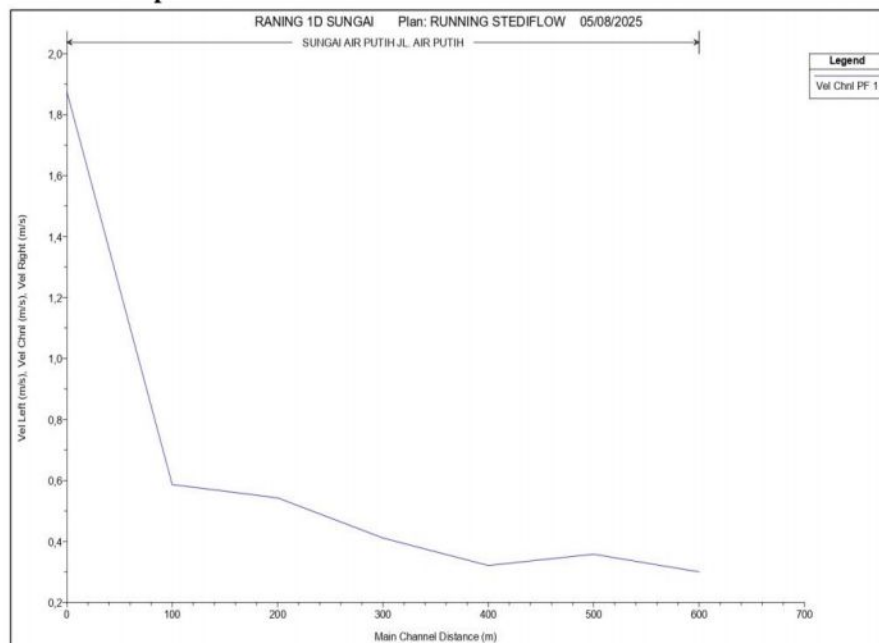
Lampiran 59 Gambar Elevasi Sungai STA 2+045



Lampiran 60 Gambar Grafik Profil Plot 1D

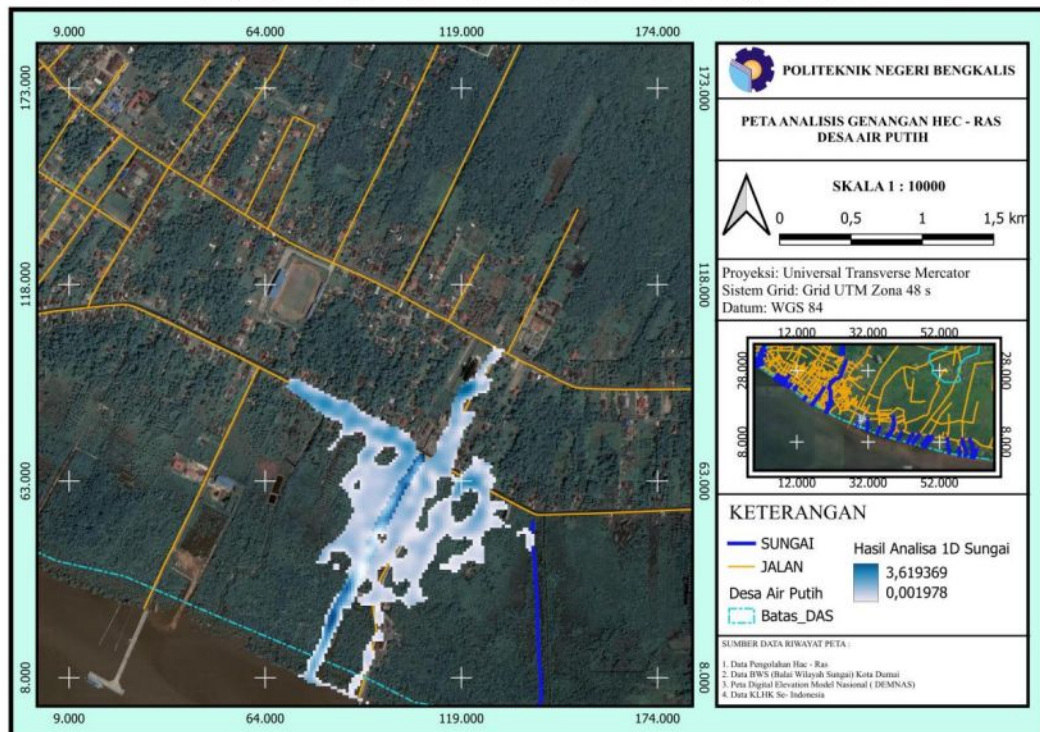


Lampiran 61 Gambar Grafik General Profil Plot - Velocities

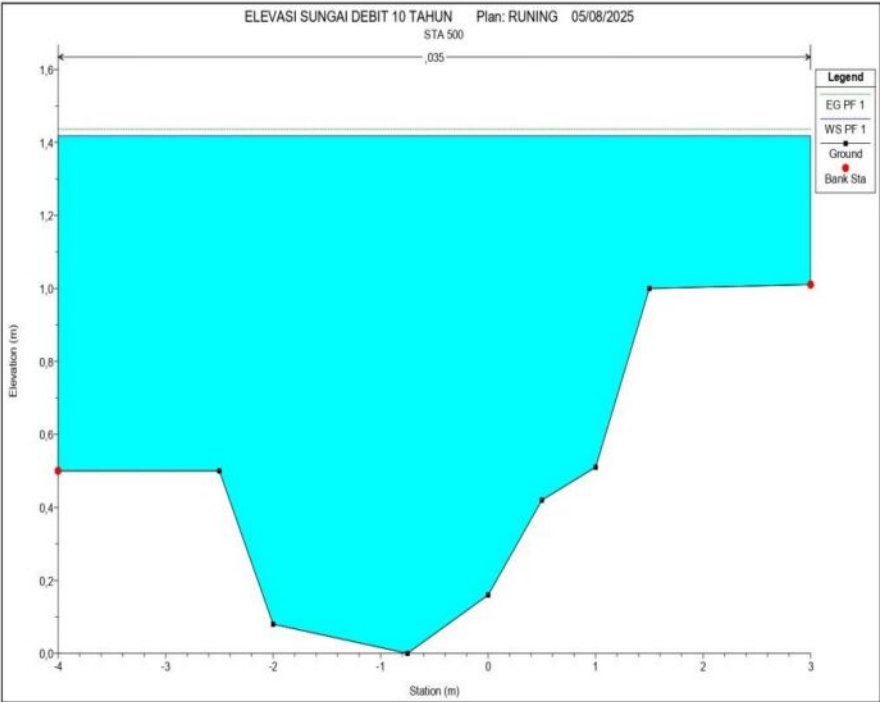


2. Lampiran 1D Hasil Aanalisa Sungai Desa Air Putih 10 tahun

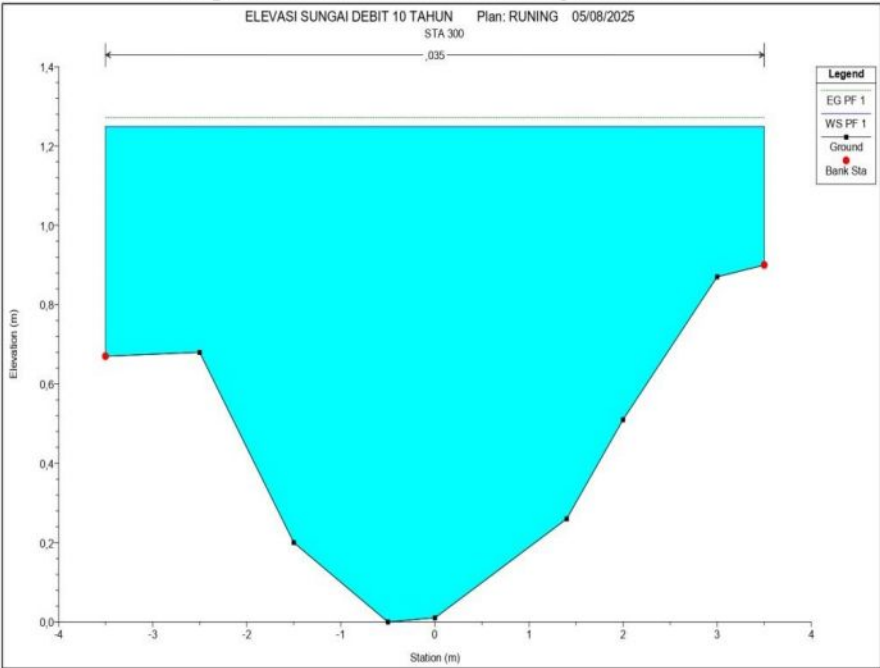
Lampiran 62 Gambar Hasil Analisa 1D kala ulang 10 Tahun



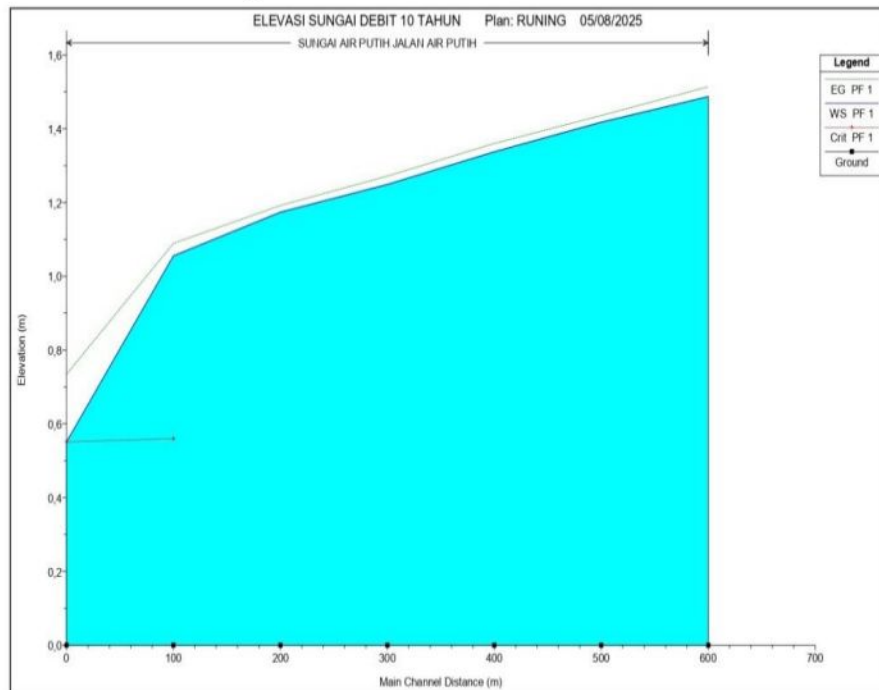
Lampiran 63 Gambar Elevasi Sungai STA 0+000



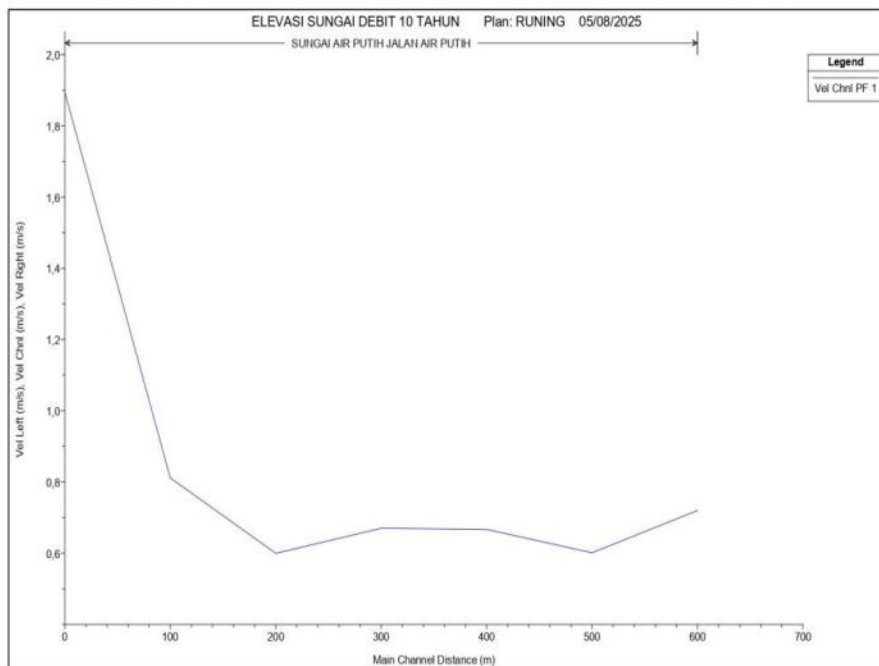
Lampiran 64 Gambar Elevasi Sungai STA 2+045



Lampiran 65 Gambar Grafik Profil Plot 1D

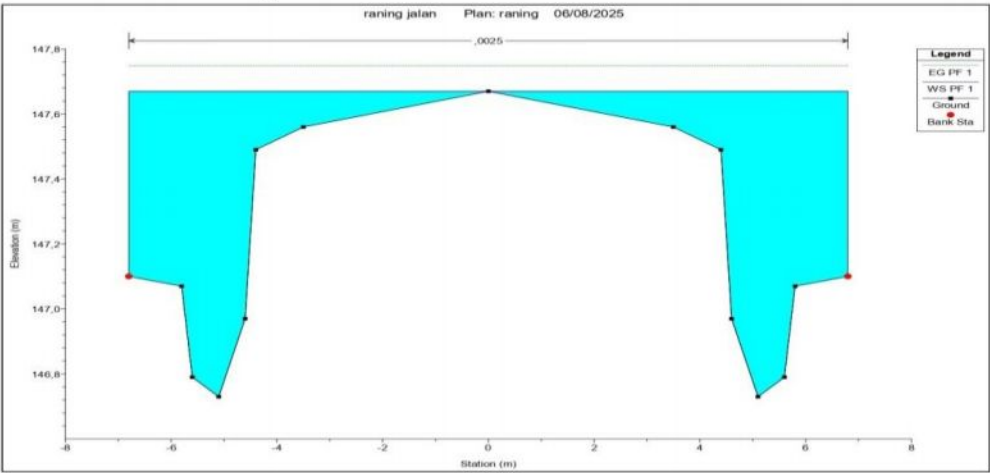


Lampiran 66 Gambar Grafik General Profil Plot - Velocities

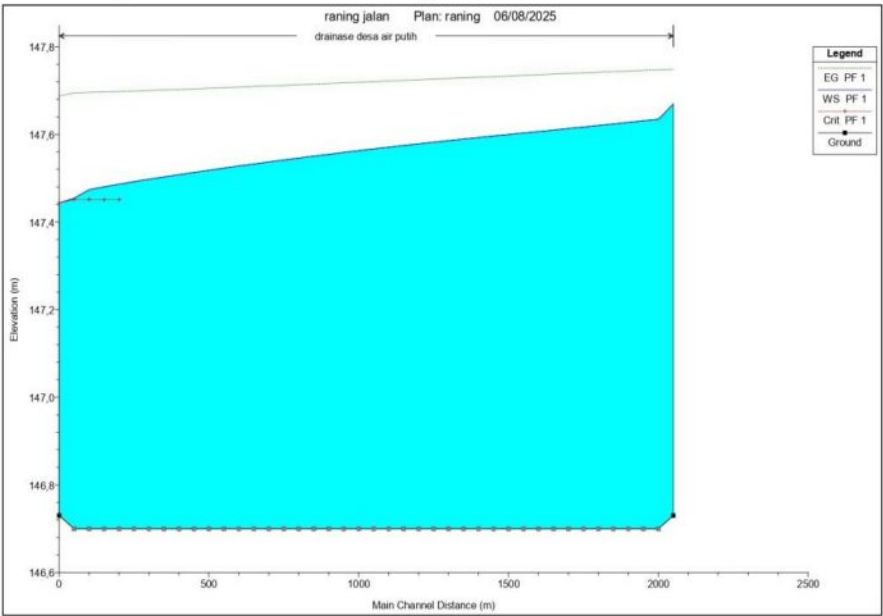


3. Lampiran 1D Saluran Drainase

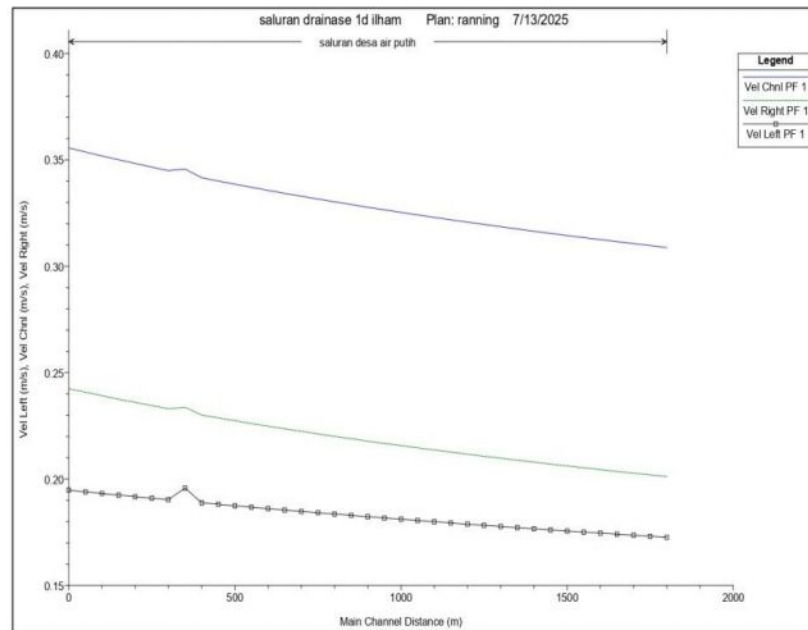
Lampiran 67 Gambar Analisis Saluran Drainase



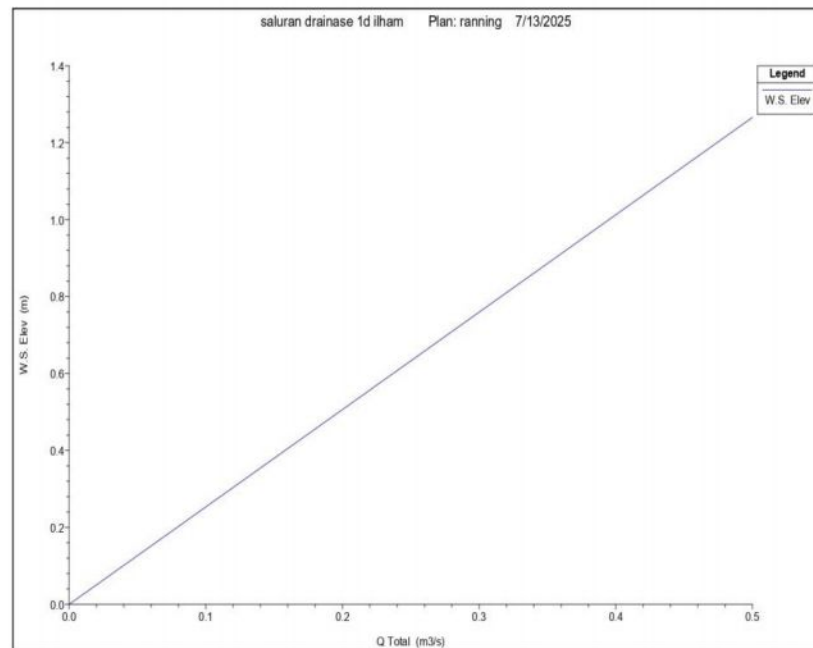
Lampiran 68 Gambar Kemiringan Air Dari saluran Hulu ke Hilir



Lampiran 69 Grafik General Profil Plot



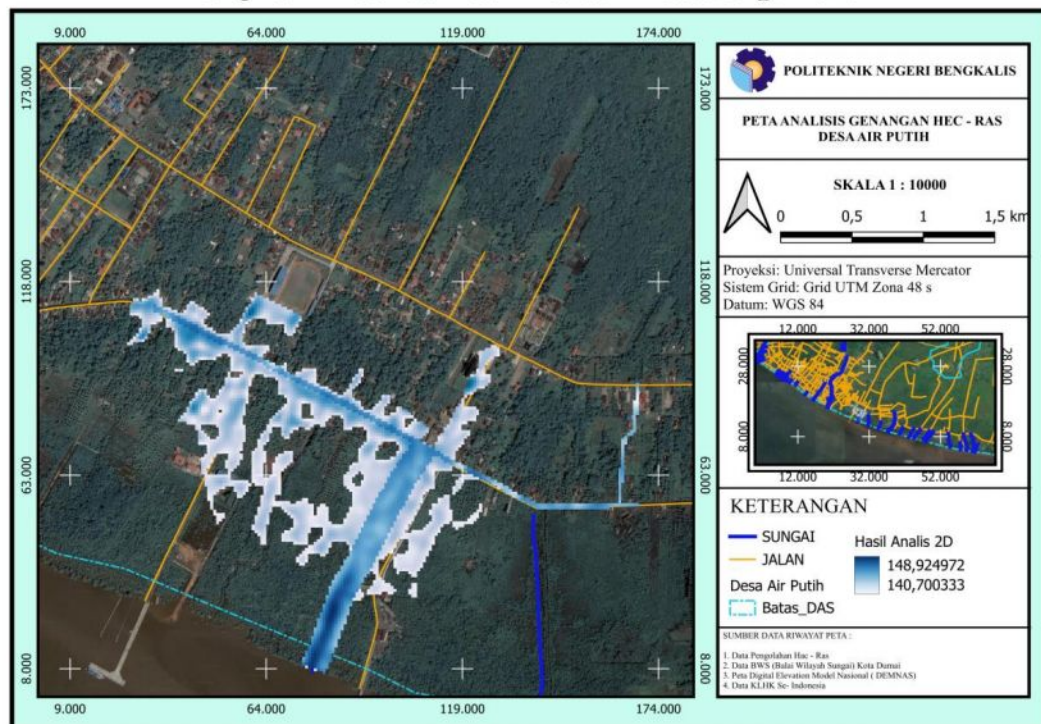
Lampiran 70 Gambar Rating Curve Pada STA 0+000



J. Lampiran Analisa 2D

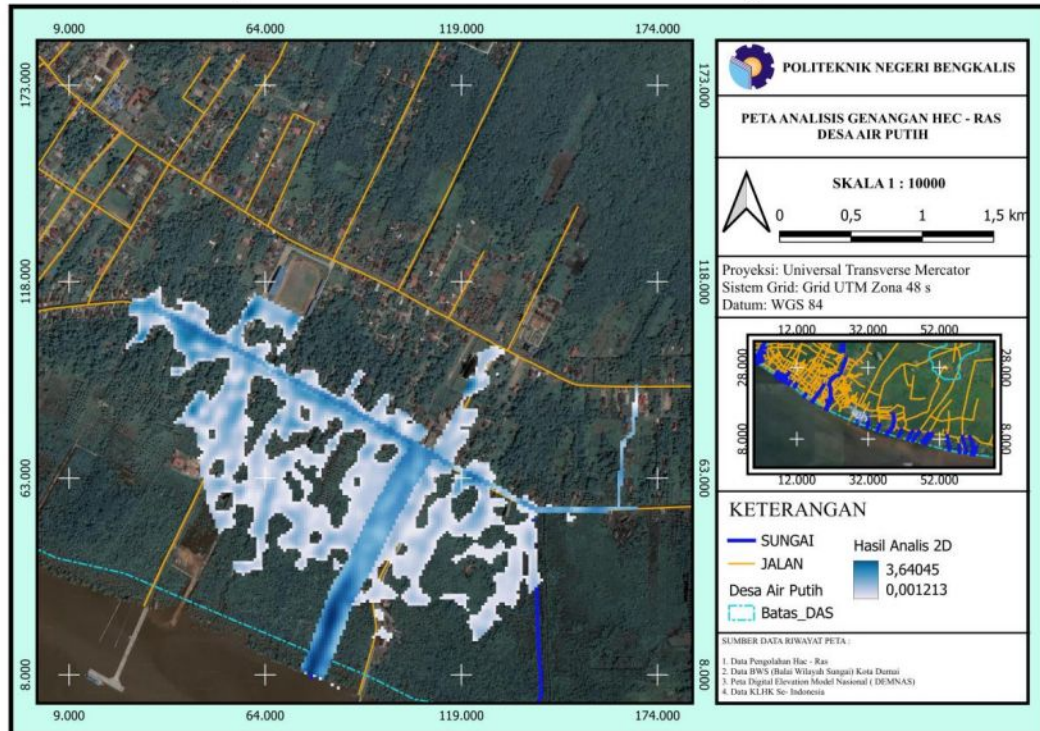
1. Lampiran 2D Debit rencana + Rob 5 tahun

Lampiran 71 Gambar Hasil Analisa 2D kala ulang 5 Tahun



2. Lampiran 2D Debit Rencana + Rob 10 tahun

Lampiran 72 Gambar Hasil Analisa 2D kala ulang 10 Tahun



Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI

TA : 2024 / 2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Ilham Ardiyansyah
NIM : 4204211371
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
Judul : Analisis Kinerja Saluran Dengan Simulasi HEC-RAS (Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)

Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

Nama Dosen Pembimbing I dan II : ZULKARNAIN, S.T., M.T

Materi Perbaikan:

10820 → Hulu - Hilir (pak Alat)

DEM RAS → (0 - 10 m.)

Acc judul Skripsi Metase - (Eksisting Sungai) (Ukr Marra)

(DH = 12 m Perlu diperbaiki stragyon.)

- Kapasitas Saluran = ? [5, 10]
- Perluasan Daerah banjir! . Tahun
-

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran – saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Pembimbing			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	22 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu

Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK SIPIL Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI	TA : 2024 / 2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Ilham Ardiyansyah
 NIM : 4204211371
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
 Judul : Analisis Kinerja Saluran Dengan Simulasi HEC-RAS (Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)

Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

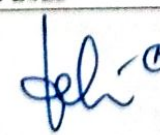
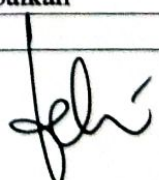
Nama Dosen Penguji I : **ONI FEBRIANI, ST., MT**

Materi Perbaikan:

- Kemungkinan kesalahan data input. (Kondisi eksist)
 - Elevasi sugi pengukur vs Petak.

- Revisi

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran – saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Penguji I			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	22 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu

Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
 Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

FORMULIR 11

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI

TA : 2024 / 2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Ilham Ardiyansyah
 NIM : 4204211371
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
 Judul : Analisis Kinerja Saluran Dengan Simulasi HEC-RAS (Studi Kasus Desa Air Putih, Kecamatan Bengkalis)

Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

Nama Dosen Penguji II : FAISAL ANANDA, ST., MT

Materi Perbaikan:

- ① Kondisi Ektisting di ulas kembali
- ② Coba kembali dengan tujuan secara terorganisir
- ③ tata tulis.

(Handwritten signature: ALL)

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran – saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Penguji II			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	22 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan	<i>(Handwritten signature)</i>	Tanda Tangan	<i>(Handwritten signature)</i>

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

TA : 2024 / 2025

Pengesahan dari Dosen Penguji III			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	22 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu